

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vliv komponent jízdního kola na energetický výdej

Effect of a bicycle's component on the energy expenditure

Vedoucí bakalářské práce:
Mgr. Matouš Jindra, Ph.D.

Vypracoval:
Ondřej Růžek

Praha, duben 2014

Prohlašuji, že jsem závěrečnou bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne

podpis diplomanta

Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své bakalářské práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto bakalářskou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu práce **Mgr. Matouši Jindrovi, Ph.D.** za poskytnutí potřebných materiálů a cenných rad, které mi pomohly při zpracování bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval **Lukáši Richterovi** ze společnosti **TREK** za zapůjčení testovacích kol.

V neposlední řadě bych rád poděkoval **Mudr. Michalu Procházkovi** z Oddělení tělovýchovného lékařství při Fakultní nemocnici Motol za to, že byl ochoten zodpovědět mé dotazy.

Dále děkuji všem dalším, kteří svou spoluprací přispěli k realizaci této bakalářské práce.

Abstrakt

- Název:** Vliv komponent jízdního kola na energetický výdej.
- Cíle:** Cílem bakalářské práce je zjištění rozdílu energetického výdeje při rozdílném komponentním osazení rámu jízdního kola.
- Metody:** Studie se zúčastnilo 6 probandů ve věku $25,5 \pm 3,6$ let. Energetický výdej byl zjišťován na základě množství nadechovaného kyslíku (O_2) a vydechovaného oxidu uhličitého (VCO_2). Pro měření byl použit analyzátor vydechovaných plynů MetaMax od společnosti Cortex a metoda spiroergometrie. Testování absolvovali dvě jízdy kadencí 95 ot/min. na jízdních kolech s rozdílnou komponentou (tlumič). Absolvovaná trasa měřila 750 m, vedla do svahu o sklonu $5^\circ \pm 2^\circ$ a trvala 3 min.
- Výsledky:** V naší práci jsme shledali, že rozdíly v energetické náročnosti jízdy na hard-tail kole oproti full-suspension jsou vzhledem ke standardní chybě analyzátoru vydechovaných plynů MetaMax® nevýznamné. Hodnoty VO_2 v průběhu studie nepřekročily hranici 2 ml/kg/min pro shledání pravosti naší hypotézy. Jízda na kole s dvěma úrovněmi odpružení si v naší studii vyžádala na 750 m dlouhém a 3 minuty trvajícím úseku o náklonu $5^\circ \pm 2^\circ$ energetický výdej v průměrné hodnotě $161,23 \pm 33,15$ kJ, jízda na kole bez komponenty tlumiče pak $160,98 \pm 24,10$ kJ, což představuje navýšení o 0,15 %.
- Klíčová slova:** jízdní kolo, energetický výdej, komponenty, odpružení

Abstract

Title: Effect of a bicycle's component on the energy expenditure

Objectives: Aim of this bachelor's thesis is to determine the difference of energy expenditure in a different component mounting frame of the bicycle.

Methods: The study involved 6 probands aged 25.5 ± 3.6 years. Energy expenditure was calculated on the basis of oxygen consumed (O_2) and carbon dioxide exhaled (VCO_2). To measure was used exhaled gas analyzer Metamax from Cortex and method spiroergometry. Probands completed two runs cadence of 95 rounds per minute on a bicycle with a different component (a shock). Completed line measured 750 meters, led to a gradient of $5^\circ \pm 2^\circ$ and lasts 3 minutes.

Results: In our study we found that the differences in energy intensity during bicycling on a hard-tail bike compared to a full-suspension are due to the standard error of the analyzer exhaled gases Metamax® insignificant. VO_2 values during the study period did not exceed the threshold of 2 ml /kg/min for the confirmation the authenticity of our hypothesis. Cycling with two shock-absorbers at a distance of 750 m long and 3 minutes remains segment with the inclination of $5^\circ \pm 2^\circ$ cause energy expenditure in the average value of 161.23 ± 33.15 kJ versus bicycling without shock-absorber and 160.98 ± 24.10 kJ expenditure, which represents an increase of 0.15%.

Key words: bicycle, energy expenditure, components, bike suspension

Obsah

1 ÚVOD	1
2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA.....	2
2.1 Technické řešení kola	3
2.1.1 Typy horských kol	3
2.1.2 Výrobní zpracování rámců horských kol	5
2.1.3 Materiály ve výrobě rámců.....	6
2.1.4 Prvky odpružení.....	7
2.1.5 Brzdy	8
2.1.6 Pláště.....	10
2.1.7 Duše.....	10
2.1.8 Řazení	11
2.2 Technika jízdy na kole	12
2.2.1 Pedálová kadence	12
2.2.2 Technika šlapání	13
2.2.3 Šlapání začátečníků	13
2.2.4 Posed na jízdním kole.....	14
2.2.5 Přehazování, volba převodů	15
2.2.6 Jízda v zatáčkách	16
2.2.7 Pohled v průběhu jízdy zatáčkou.....	17
2.2.8 Sjíždění	17
2.2.9 Jízda do kopce, stoupání	18
2.2.10 Jízda serpentínami	19
2.2.11 Jízda ve stoje.....	19
2.3 Zátěžová fyziologie jízdy na kole.....	19
2.3.1 Srdeční frekvence, tepová frekvence.....	20
2.3.2 Určení intenzity zátěže podle srdeční frekvence	20
2.3.3 Srdeční výdej	21
2.3.4 Energetika srdeční práce.....	21
2.4 Energetická bilance, metabolismus a výživa	22
2.4.1 Metabolismus	22
2.4.2 Systémy energetického krytí	23

2.4.3 Zóny energetického krytí	23
2.4.4 Anaerobní práh	24
2.4.5 Měření energetické náročnosti.....	25
2.4.6 Nepřímá kalorimetrie.....	25
2.4.7 Spiroergometrie	26
2.4.8 Ukazatele zatížení.....	26
2.4.9 Ventilační parametry	28
2.5 Zdroje energie.....	30
2.5.1 Energetické krytí pohybové aktivity.....	30
2.5.2 Makroergní substráty v energetické přeměně.....	30
2.6 Dýchací systém.....	31
2.6.1 Zevní a vnitřní dýchání.....	31
2.6.2 Mechanika dýchání.....	31
2.6.3 Klidová výměna plynů	32
2.6.4 Makroživiny v energetickém příjmu	33
2.6.5 Trojpoměr makroživin v energetickém krytí	33
2.6.6 Spiroergometrie v terénních podmínkách.....	34
3 CÍLE PRÁCE, HYPOTÉZA, ÚKOLY	35
3.1 Cíle	35
3.2 Hypotéza.....	35
3.3 Úkoly	35
4 METODIKA.....	36
4.1 Charakteristika souboru	36
4.2 Realizace terénního měření	36
4.2.1 Použitá jízdní kola	37
4.2.2 Použité přístroje.....	38
4.2.3 Vyhodnocování výsledků.....	38
5 VÝSLEDKY	40
6 DISKUZE	48
7 ZÁVĚR.....	51
Použité zdroje	52
Seznam tabulek.....	55
Seznam grafů	55

Přílohy	55
---------------	----

Seznam použitých zkratk a symbolů

ATP – adenosintrifosfát

BM - bazální metabolismus

BMX - bicycle motocross

CO₂ - oxid uhličitý

CP - kreatinfosfát

ČPEV - Čistý pracovní energetický výdej

ČPoEV - Čistý pozátěžový energetický výdej

EEO₂ - energetický ekvivalent pro kyslík

EV – energetický výdej

FS – full-suspension (celoodpružené kolo)

HT – hard-tail (pevný rám)

La – laktát

MTB - mountain bike (horské kolo)

MV – minutový srdeční výdej

PM – pracovní metabolismus

RER – respirační výměnný poměr

RIG – rigid frame

SF – srdeční frekvence

SF_{max} – maximální tepová frekvence

UST – Universal Standard for Tubeless

VCO₂ – výdej oxidu uhličitého

VE – minutová ventilace

VO₂ – spotřeba kyslíku

V_t – dechový objem

W – Watt (výkon)

1 ÚVOD

Celý můj život je ovlivněn sportem. Sport mě živí, sport je mi koníčkem a díky studiu Fakulty tělesné výchovy a sportu se v něm i vzdělávám. V oblasti pracovní náplně sleduji sport pohledem rehabilitačním a rekondičním, neboť jsem zaměstnán jako pohybový terapeut ve Fakultní nemocnici v Motole na Oddělení tělovýchovného lékařství. Ve volném čase je mi sport předním koníčkem. Jsem milovníkem dálkových běhů, tzv. ultramaratonů, leč je třeba poznamenat, že k tomuto extrémnějšímu sportovnímu odvětví jsem se musel postupně propracovat, doslova „proběhat“. Vhodným výběrem směru studia na vysoké škole mi byly otevřeny pomyslné dveře k mnoha novým sportům, přičemž jsem o některých z nich do té doby ani neslyšel. Vysokohorská turistika, skialpinismus, sportovní lezení, freeride lyžování, windsurfing a jiné sporty se tak staly součástí mého života.

Téma bakalářské práce mám v hlavě již delší dobu. Impulesem pro něj byla koupě jízdního kola. S ušetřenými penězi nastala možnost investovat do kola, které bude osazeno kvalitními řídícími komponenty a které bude tzv. allmountain. Kolo allmountain je „všeuměl“, hodí se do každého terénu. Lze je koupit jako hard-tail (HT), tedy pouze s odpružením předního kola i jako full-suspension (FS), tedy celoodpružené kolo. A právě volba komponenty ve mně vyvolala dilema. Z jedné strany zněly argumenty pro výhody pevného rámu ve smyslu menší energetické náročnosti při stoupání, z druhé strany výhody kola s komponentou tlumiče s lepší absorpcí nerovností povrchu při sjezdu. Toto téma je mezi odbornou veřejností stále živé, a proto jsem se chtěl formou pilotní studie zabírat tímto tématem hlouběji i já sám.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Energetický výdej na kole byl pojem vyhledávaný v monografiích, absolventských pracích a následujících databázích: Web of Science, SPORTDiscus, MEDLINE a jiné soukromé zdroje. Pro vyhledávání bylo nezbytně nutné pokrytí hledaného tématu použitím anglických slov, případně jejich kombinací. Možných variant překladu hledaného termínu bylo mnoho. Není však vždy přesné překládat termíny z angličtiny do češtiny, proto budou uvedeny české výrazy a jejich možné ekvivalenty v českém jazyce.

Primárně vyhledávaná slova pro jízdu na kole byla: *bicycle*, *bicycling*, *biking*. Pro potřeby této studie bylo nalezeno více článků pro termín *bicycle*. Při hledání souvislosti jízdy na kole s energetickým výdejem byly použity termíny: *energy cost*, *energy consumption*, *energy supply*. Ve spojitosti s plánovaným testováním jízdy do svahu byly hledány výrazy jako: *uphill climbing*, *hill*, *hillside*. Pro větší specifičnost hledaných článků, které by více souvisely s touto prací, bylo pro jízdní kolo hledaným výrazem *mountain bike* a *allround bike*.

2.1 Technické řešení kola

Ještě v polovině devadesátých let minulého století byli jezdci na horských kolech terčem posměchu. Nový trend s sebou přinesl nevšednost. Za třicet let existence urazilo horské kolo patřičný kus vývojové cesty. Šestadvacetipalcová kola, 27 převodů, funkční a bezpečnost zajišťující brzdy se staly standardem v technologii výroby a vývoj neustále pokračuje. Horské kolo se stalo hnací silou celého odvětví cyklistických sportů.

2.1.1 Typy horských kol

Následující rozřazení typů horských kol je vytvořeno podle toho, co přinesl samotný vývoj až do současné doby.

Univerzální horské kolo (allround)

Předními vlastnostmi těchto kol jsou jednoduchost a použitelnost v každém terénu. Nezáleží ani na tom, zda se jedná o kolo plně odpružené (FS), nebo částečně odpružené (HT). Zdvih tlumící pružiny u těchto univerzálů nebývá větší než 12cm a v ideálním případě váží kolo okolo 12kg. Při správném zpracování není ani více třeba, takovéto kolo by mělo uvést i 100kg vážícího jedince. Univerzální horská kola se hodí jak pro jízdu v méně náročném terénu hor, tak pro jízdu po městě a na každodenní sportování, zkrátka „univerzál“ (Meyer, Rögner, 2009).

Horské kolo - enduro

Synonymem těchto druhů kol je všestrannost. Svou konstrukcí řeší tato kola dilema dokonalého odpružení s minimální hmotností kombinované s dobrými vlastnostmi pro stoupání. Celý problém řeší nastavitelné odpružení. Vysoce kvalitní odpružení umožňuje jezdci průjezd i velice náročným terénem. Tato kola jsou vhodná de facto pro každého jezdce, který ovládá základní prvky techniky jízdy. Charakteristikou kol je tlumení se zdvihy vidlic až 16cm a celková hmotnost kola okolo 13kg. Rozhodujícím faktorem při koupi tohoto kola je povětšinou cena (Meyer, Rögner, 2009).

Závodní kola pro cross-country a maraton

Jak již napovídá název této skupiny kol, jsou dominantní v otázce hmotnosti. Rámy o váze 8 – 12kg jsou standardem, který jezdci umožní nejvyšší míru zrychlení. Sportovně

nastavená pozice sezení zpravidla nabízí jezdcí minimální odpor vzduchu, díky čemuž se jezdcí snáze udržuje dosažená rychlost. Zdvih pružin bývá i jen 8cm, čímž se jednak opět šetří na váze a zároveň zabraňuje ztrátám v jezdci vynaloženém úsilí v důsledku „houpání“ kola. Kritickým bodem těchto kol je jejich životnost ve vztahu k plnění cílů jejich určení.

Freeride

Dlouhé zdvihy pružin, pohodlí a bezpečnost. To jsou základní pojmy pro uvedení freeride kola. Typickým znakem těchto kol bývají tzv. „dvojitě brýle“, tedy ta část konstrukčního řešení rámu, která drží tlumiče v přední vidlici a která svým zdvojením dává skvělou odezvu do řídítek a hlavně tedy zpevňuje přední část rámu kola pro skoky a dropy. Ačkoliv je na tomto kole ještě stále možné stoupat do kopce, setkáte se s nimi spíše v tzv. „bikeparcích“, které nabízejí upravené sjezdové tratě a zpravidla i disponují lanovou dráhou. Charakteristickými rysy rámu jsou vyšší hmotnost (14 – 18kg) a zdvihy pružin od 15 do 24cm.

Svým určením specifickou skupinu horských kol tvoří sjezdová kola (downhill) a kola typu dirtjump.

Sjezdové kolo – downhill

Jednostranné určení těchto kol je předurčeno vysokou hmotností (18 – 22kg) a zdvihy pružin od 17 do 24cm. Takto vybavené kolo umožňuje závodní sjezd v délce až 3km. Místem setkávání majitelů těchto kol je takřka jedině bikepark. Masivní rámy kol pro sjezd jsou konstruovány tak, aby zajistili pevnost a naprostou stabilitu. Naprostou součástí těchto kol jsou výkonné kotoučové brzdy (Meyer, Rögner, 2009).

Dirtjump

Patrně nejsnazší charakteristikou této skupiny kol je popsat je jako BMX, ale s 26palcovým průměrem kol. Své uplatnění nachází díky snadnému ovládání a mimořádně robustní stavbě na upravené dráze se skoky a dirty (terénní vlnovka). Jelikož jsou tato kola konstruována jako kompaktní a velmi těžká, nelze na nich dosahovat větších vzdáleností.

Tab 1 – Charakteristika jednotlivých typů horských kol (Haymann, Ulrich, 2009)

Typ kola	Materiál	Odpružení	Zdvih vidlice (cm)	Hmotnost (kg)	Cena (tis. Kč)
allround	dural	FS	10-13	12-14	13-60
enduro	dural	FS	13-15	12-14	30-60+
cross-country	dural, karbon	HT, FS	13-15	8-12	30-60+
freeride	dural	FS	15-24	14-18	30-60+
downhill	dural	FS	17-24	18-22	60+
dirtjump	ocel/dural	HT	8-13	12-16	13-25

2.1.2 Výrobní zpracování rámců horských kol

Technologie zavěšování kol na rám se stále zdokonaluje. I když se při výrobě nejčastěji využívá dural, není v dnešní době výjimkou horské kolo s HT karbonovým rámem. Takový rám může vážit i méně než 1kg, zatímco hmotnost duralového rámu málokdy klesne pod 1,5kg (Haymann, Ulrich, 2009).

V kategorii FS kol je rozmanitost poněkud větší. V závislosti na následném užívání se vyrábí rámy -jedno a vícečepové. Při sestavování kola se pak hledí zejména na optimální kombinaci minimální hmotnosti, životnosti a vlivu na hnací mechaniku v terénu, pro který je kolo určeno.

Jednočepové odpružení

Systém tohoto uložení přesvědčí zejména svou jednoduchostí a tím pádem nízkou náročností na údržbu. Jedna kyvná páka se otáčí kolem jednoho uložení (ložiska). Výraznou výhodou těchto rámců je jejich hmotnost.

Vícečepové systémy

U těchto typů rámců se kyvná vidlice opírá přes dva a více kloubů o hlavní rám. Velice důležité při výrobě těchto rámců konkrétní technické řešení. Rizikem výroby je případný špatný vliv na pohon (tzv. jev „propnutí“). Špatně seřízená vidlice si sedá hluboko, když jezdec zabere silněji do pedálů, případně reaguje mnohem citlivěji na menší nárazy. V ideálním případě je kolo s několika klouby tužší než kolo s jedním kloubem a je tak prezentováno skvělou křivkou odpružení. Nevýhodou je zejména vyšší náročnost na

údržbu takového kola (Meyer, Rögner, 2009).

Čtyřramenné systémy

Typickým znakem k rozpoznání takového rámu je čep zvaný Horst Link (přepákový jednočep s ložiskem v ose zadního kola). Zadní kolo je tak zavěšeno v kyvné vidlici, která zajistí, že pohon a odpružení fungují nezávisle na sobě. Technika tohoto uložení je ověřená více 13 lety fungování. Možným argumentem proti tomuto uložení může být náročnější údržba a vyšší hmotnost.

2.1.3 Materiály ve výrobě rámu

O jízdních vlastnostech kola rozhoduje vedle geometrie a vybraného odpružení rovněž materiál použitý při výrobě.

Ocel

Od dob vyjetí prvního horského kola až do poloviny devadesátých let minulého století držely ocelové rámy prim při postupech výroby. V té době přišla náhrada v podobě objemnějších, ale lehčích duralových trubek. V současné době se ocelové rámy uplatňují při sestavování cenově méně nákladných kol a u některých typů sjezdových a dirtjump kol.

Dural

Jedná se o základní materiál, nejpoužívanější. Ve výrobě rámu nachází své místo již 30 let. Hlavní výhodou tohoto materiálu je vyhovující poměr cena/výkon a stálost, způsobená nekorodováním. V jeho vývoji se výrobci stále snaží dosáhnout co nejlehčích a nejtenčích trubek (Meyer, Rögner, 2009).

Hliník

I tento materiál patří k těm častěji používaným, neboť nabízí výrobcům snížení hmotnosti (oproti oceli trojnásobně) a zároveň jim umožňuje sestavit rám poměrně levně. Samotný hliník je ovšem pro výrobu rámu poměrně měkký, proto se zpracovává do slitin. Uvádí se, že pro získání stejné tuhosti jakou disponuje ocelový rám, by musely být trubky rámu ze slitiny třikrát silnější, což by s sebou přineslo navýšení hmotnosti. Proto se při výrobě používají hliníkové trubky s větším průměrem, čímž se získá celková pevnost při zachování nízké hmotnosti.

Karbon

První užití tohoto materiálu se datuje do 70. let minulého století, kdy jeho vlastností využíval letecký průmysl. Nedlouho poté (1981) vyjel monopost stáje McLaren, jehož podvozek byl sestaven z kompozitních materiálů. První rám kola z kompozitu byl vyroben v roce 1986. Uhlíková vlákna umožňují výrobcům vytvářet neobvykle tvarované rámy, ovšem zda se vždy podaří sestavit rám odpovídající průběhu sil na něj působících a při tom ještě ušetří hmotnost, je sporné. Pro větší odolnost karbonových ráků se při výrobě uplatňují duralové součástky (Meyer, Rögner, 2009).

Titan

V době hledání alternativ pro poměrně těžkou ocel se začal používat titan. Titan je lehký a pevný materiál, jehož použití ovšem výrazně zvyšuje pořizovací cenu. Rovněž zpracování je poměrně nákladné, neboť trubky k sobě lze svařovat pouze v ochranné atmosféře. Výhodou tohoto materiálu je jeho naprostá stálost (výrobci ručí doživotní zárukou) a nerezavost, díky které se dají ušetřit další potřebné gramy hmotnosti kola (netřeba lakovat).

2.1.4 Prvky odpružení

Součástí každého jízdního rámu je *odpružení*, odpovídající požadavkům kladeným na daný druh kola. Je ovšem třeba hovořit rovněž o prvku *tlumení* vidlice či tlumiče.

Odpružení

Vidlice a tlumiče v současné době využívají převážně teleskopické konstrukce, tedy systému, u kterého se vnitřní nohy vidlice zasouvají do vnějších. Pro funkci pružení se využívá buď stlačeného vzduchu, nebo vinuté ocelové pružiny. Nespornou výhodou vzduchového odpružení je nižší hmotnost (zhruba 300g) a zároveň snadná nastavitelnost odporu vůči stlačení – speciální hustilkou stačí přihustit, nebo upustit vzduchovou komoru. U tlumičů s vinutou pružinou je nutné měnit celou pružinu. Na druhou stranu je výhodou ocelového odpružení vyšší míra jízdního komfortu ve smyslu menší síly, kterou je nutné působit na tlumič/vidlici, aby se dala do pohybu, čímž lépe „čte“ jízdní povrch (Hayman, Stanciu, 2009).

Tlumení

Nedílnou součástí současných vidlic a tlumičů je systém tlumení, který se dnes využívá zejména olejový. Nejpodstatnější je útlum odskoku. Ten brzdí vidlici v jejím zpětném roztažení proto, aby prudce nevystřelila zpět do svého postavení před stlačením a kolo tak neodskakovalo od terénu. Míru účinku útlumu odskoku lze snadno doladit příslušným ovládacím prvkem, nejčastěji umístěným na spodní straně pravé nohy vidlice.

V otázce tlumení se stala standardem možnost zamykání (lockout). U nejlevnějších modelů je řešeno nepříliš funkčním mechanickým systémem uvnitř vidlice – olejovou patronou, jejíž jedinou funkcí je právě blokace chodu vidlice. Obvykle je ale jeho funkce spojena s přítomností olejového tlumení. Ovládání zámku tlumení bývá umístěno buď na korunce tlumiče, nebo je pomocí lanka a bovdeny vyvedeno na řídítka.

Moderní funkce tlumičů

Některé vyšší modely tlumičů disponují dalšími ovládacími prvky, které ovlivňují průběh stlačení vidlice, čímž přispívají k efektivnosti fungování systému odpružení. Do této skupiny patří zejména tzv. inteligentní tlumení (Specialized – Brain). Základem technologie Brain je design setrvačnostního ventilu. Na lehkou pružinu působí závaží, které omezuje průtok oleje. V hladkém terénu to znamená, že olej neprotýká, takže odpružení zůstává tuhé pro efektivní šlapání. Jakmile kolo narazí na terénní nerovnost, závaží překoná sílu pružiny a ihned tak umožní průtok oleje a aktivaci odpružení. Jakmile se komprese na nerovnosti dokončí, odskok v kombinaci s pružinou zatlačí závaží zpět a znovu omezí průtok oleje, čímž se odpružení okamžitě uzamkne (Specialized Bicycle Components, 2012).

2.1.5 Brzdy

Bez funkčních brzd by horské kolo neumožňovalo to, pro co si ho většina jezdců pořizuje. Pocit bezpečí, které dodávají ostré kotoučové brzdy pouhým skrčením dvou prstů je nenahraditelný. Je ovšem dbát na pozorné „dávkování“ brzdné síly (míra stlačení brzdící páčky). V současné době se nabízejí dva systémy brzdění. Jedním jsou V-brzdy, druhým brzdy kotoučové.

V-brzdy

Nespornou výhodou systému brzdový špalík - ráfek je jeho nízká hmotnost, nižší cena a odolnost, avšak míru jeho účinku lze jen obtížně dávkovat. Nalezení správné polohy mezi úplným zablokováním kol a jejich přibrzděním si žádá určitou zkušenost. Další nevýhodou je jejich citlivost na vlhkost, kdy brzdový účinek výrazně klesá. Rovněž návrat brzdových špalíků má po přibrzdění delší odezvu. Jsou rovněž evidovány případy, kdy v důsledku dlouhého brzdění při jízdě z kopce došlo k přehřátí ráfku a následnému prasknutí duše v plášti (Hayman, Stanciu, 2009).

Kotoučové brzdy

Systém brzdový kotouč – brzdová destička je oproti V-brzdám spolehlivější. Kotoučová brzda je odolná proti selháním v důsledku vlhkosti a míra brzdné síly je snáze dávkovatelná v rámci použití hydraulických pump. Výsledkem je, že jezdec snáze ucítí okamžik blokování předního kola. Co je jasnou nevýhodou kotoučových brzd, je jejich citlivost na poničení. Náraz předním kolem do míst uložení kotouče může způsobit jeho ohnutí, či dokonce prasknutí. Často k tomu dochází i při nesprávné manipulaci s kolem. Při koupi kola těmito brzdami osazeného rozhoduje vyšší cena kotoučových brzd, vyšší náročnost na údržbu a jejich vyšší hmotnost. U horských kol nižších řad se objevují kotoučové brzdy ovládané mechanicky (lanko – bovden). Úroveň brzdného účinku není srovnatelná se systémem používajícím hydraulické pumpy.

Hydraulické V-brzdy

Německá firma Magura se pokusila skloubit funkci hydraulických pump se systémem V-brzd. Výsledkem tohoto projektu je model hydraulických V-brzd Magura HS 33. Poskytuje jezdcovi stejný účinek jako kotoučová brzda a nevyžaduje žádnou větší péči stejně jako standardní V-brzdy. Brzdy reagují na stisknutí páčky o poznání lépe a i malá síla ruky stačí k vyvinutí výrazného brzdného účinku. Díky použití hydraulických pump se brzdové špalíky vrací zpět téměř tak rychle jako destičky u kotoučových brzd. Stinnou stránkou ovšem zůstává vyšší cena a hmotnost a nižší efektivita fungování ve vlhku (Magura. Bicycle Components, 2010 - 2012).

2.1.6 Pláště

Udržení jízdní stopy v kamenitých zatáčkách, zajištění elasticity na kamenech a kořenech, ochrana proti proražení, odolnost proti obrušování na asfaltu, přilnavost na kluzkém povrchu. S dobrými plášti zajistí jezdec svému kolu požadované jízdní vlastnosti. Ovšem i výběr pláště zůstává otázkou kompromisu. Buďto lehkost při každém záběru, nebo ochranu proti propíchnutí. Na trhu jsou k mání pláště typu allround (univerzální pláště), nicméně i ty jsou vhodné spíše pro jízdu v terénu než po zpevněných površích.

Lehké pláště

Minimální hmotnost (kolem 500g) zajišťuje mimořádně dobré zrychlení, což je důležité nejen pro závodní jezdce, ale zároveň pro jezdce na dlouhé tratě. Jsou typické mělkým dezénem a nízkým valivým odporem.

Univerzální pláště (allround)

Hmotnost od 550 do 750g gramů. Tento druh se snaží propojit charakter vysoce odolného pláště proti defektu se současnou nízkou hmotností a tím zajištěným snadným chodem. Allround pláště mívají hrubý vzorek a příčný průřez přes 2,1 palce, tedy přes 5cm (Hayman, Stanciu, 2009).

Pláště pro freeride

Vyšší hmotnost (přes 750g) předurčuje tuto skupinu plášťů k čistě sjezdovým a freeride disciplínám. Nicméně vyšší hmotnost je v tomto ohledu vykoupená výraznou přilnavostí a ochranou proti poškozením. Dezén je zpravidla ještě výraznější než u univerzálních plášťů. Valivý odpor je oproti 500g plášťům enormní (Hayman, Stanciu, 2009).

2.1.7 Duše

Výběrem správné duše se dají výrazně změnit vlastnosti pláště jízdního kola. Lehké duše, jejichž hmotnost se pohybuje kolem 100g (oproti standardní duši s váhou okolo 180g) umožňují jezdcům snáze akcelarovat a snižují valivý odpor. Těmito vlastnostmi představují nejlepší volbu pro jezdce na dlouhé tratě (po zpevněných površích). V případě častých výjezdů do terénu se využívají duše pro to určené. Sjezdové duše sice ne zcela

vyhovují v otázce hmotnosti (300-500g), za to jsou díky postupu při výrobě odolné proti defektům. Samozřejmě, že se jejich užitím zvyšuje valivý odpor pláště.

Bezdušové pláště

U horských kol se uplatňují systémy náplní pláště vzduchem bez přítomnosti duše. V roce 2000 uvedla na trh francouzská firma Mavic systém se vzduchotěsnými ráfky a od té doby UST (bezdušové) pláště nabízí většina výrobců. Takový plášť váží obvykle o zhruba 100-200g více než plášť stejných rozměrů určený pro použití s duší, nicméně zároveň šetří hmotnost na duši (až 500g). Nevýhodou je vyšší pořizovací cena ráfků (Mavic, Component technologies, 2011 - 2013).

2.1.8 Řazení

Řazení kola se skládá ze soustavy několik částí jemné mechaniky, které jsou velice odolné i navzdory často nepříznivým okolnostem (prach, voda, písek). Hlavní práci této soustavy obstarává měnič, díky němuž lze řetěz přehazovat přes mezery mezi pastorky na zadním kole. Nohy jezdce jsou s kolem spojeny pomocí šlapacích klik opatřených třemi kotouči převodníků. Přesmykač přehazuje řetěz mezi převodníky vpředu a zajišťuje tak největší skoky v rozsahu převodu. Nedílnou součástí systému jsou řadící páčky, které veškerou činnost řídí a u kterých se vyskytují nejvýraznější konstrukční rozdíly.

Zapouzdřená přehazovačka

Zajímavou alternativou výše popsaného systému je zapouzdřená přehazovačka. V roce 1998 s ní jako první přišla firma Rohloff a v téměř nezměněné podobě existuje dodnes. Přehazovačka má 14 převodů, které nabízejí zcela stejný rozsah pásma převodových poměrů jako přehazovačka s 27 převody. Tímto systémem přichází jezdec o nekomfortní přeskakování řetězu v náročném terénu, dochází k minimálnímu opotřebení řetězu, velice nízkému opotřebení pastorku a navíc řetěz už patrně nikdy nespadne.

Výrobci

Na trhu jsou k mání komponenty přehazování od tří výrobců: japonské Shimano, americký SRAM (dříve německý Sachs) a italské Campagnolo, přičemž posledně jmenovaný výrobce se věnuje soustavám pro závodní cyklistiku. Za zmínku stojí rovněž francouzská firma Mavic (Carmichael, Rutberg, 2003).

Přehazovací páčky

Firma Shimano nabízí konstrukční řešení Rapifire a Dual-Control. Zatímco u Rapidfire je přehazování řízeno dvěma páčkami a dvěma prsty (řazení dolů je ovládané ukazovákem a řazení nahoru palcem), u Dual-Control se řadí pomocí brzdové páky (pohybem nahoru a dolů). První řešení je velice oblíbené, ergonomické a technicky vyzrálé. Naopak u druhého může dojít k přeřazení při brzdění nebo k nechtěnému brzdění při řazení.

Firma SRAM nabízí modely GripShift a Trigger. U systému GripShift (rotační páky) se jedná o otočný segment napojený na madlo řídítka a řazení se provádí otáčením celého gripu (madla). V průběhu manévru řazení je nezbytné svírat řídítka jen mírně. Nevýhodou je, že se ne vždy podaří správně zařadit požadovaný stupeň. Oproti tomu představuje Trigger komponentu komfortní a přesnou. Vypadá vlastně jako imitace Rapidfire, je ale technicky ještě vyspělejší, neboť k řazení už není třeba dvou prstů, nahoru i dolů se přehazuje pouze palcem. Tento typ je zcela ergonomický.

2.2 Technika jízdy na kole

Jízda na horském kole vyžaduje víc než jen se posadit do sedla a začít šlapat. Správná technika jízdy umožní snadno zvládnout všechny překážky a především bezpečně dojet do cíle. Začátečník, cyklista amatér, závodník a zejména pak jezdci volným terénem by měli znát několik zásad správné techniky jízdy na kole.

2.2.1 Pedálová kadence

Velmi důležitá je pro cyklistický rozvoj schopnost šlapat do pedálů v rozličných rytmech. Často nastávají chvíle, kdy je třeba využít svalovou kapacitu k ušlápnutí těžšího převodu, jindy se jako nejprospěšnější jeví zcela opačná varianta. Kadence tvoří jeden z prvků jezdcovy obratnosti. Důležitým předpokladem je používat ji nejen k rozvoji jiných stránek, ze kterých se cyklistika skládá (např. síla nohou, výkonnost aerobního systému), nýbrž s její pomocí zefektivňovat šlapání na pedály (Carmichael, Rutberg, 2003).

Vysokokadenční technika stoupání Lance Armstronga byla od jeho prvního vítězství na Tour de France v roce 1999 podrobena průzkumům již několikrát. Vývoj jeho techniky byl motivován snahou přesunout část zátěže nožního svalstva při jízdách do kopce na kardiovaskulární systém. Srdce a plíce totiž zmáhá únava odlišnou formou než kosterní svalstvo. Cíle se dosáhlo tím způsobem, že bylo v průpravách vše zaměřeno na

komponentu kadence, stala se prostředkem rozvoje jiného energetického systému (Carmichael, Rutberg, 2003).

2.2.2 Technika šlapání

Ideální technika šlapání je ovlivněna konstrukcí rámu, výškou sedla, sagitální polohou sedla, polohou chodidla v pedálu a správnou úhlovou charakteristikou polohy pedálu v jednotlivých kvadrantech jeho kruhové dráhy. Techniku šlapání ovlivňuje délka závodní dráhy (počet najetých km), sportovní výkonnost a silové schopnosti cyklisty ve vztahu k používaným převodům (Henke, et al., 2005).

K nácviku racionálního šlapání je třeba využít doby, kdy se začínající závodník seznamuje se základy cyklistiky. Nepřítelem výuky techniky šlapání jsou převody neodpovídající silovým možnostem cyklisty a frekvence šlapání pod 80 ot/min (Henke, et al., 2005).

2.2.3 Šlapání začátečníků

Pokud sledujeme začátečníka, vidíme, že každé šlápnutí doprovází kýváním celého těla. Naproti tomu pokud pozorujeme zkušeného cyklistu, na první pohled zřime koordinaci všech pohybů a jejich ekonomičnost a automatizaci (Soulek, Martinek, 2000).

U cyklistiky jde vždy zejména o ekonomičnost pohybu, proto je nezbytné se vyvarovat jakýchkoliv jiných (přídavných) pohybů, jež by jen zvýšily energetický výdej.

Správná technika šlapání předpokládá tzv. „souhru kloubů“, kdy se jednotlivé klouby respektive svaly, které umožňují jejich pohyb, zapojují do akce v přesně sladěném časovém cyklu (Soulek, Martinek, 2000).

Nejpodstatnějším bodem techniky šlapání je nešlapat do pedálů pouze odshora dolů, ale zároveň vždy pod úhlem, který je tečnou k obvodu ozubeného kola. Některé ozubené talíře jsou proto vyráběny v oválném tvaru, aby umožňovaly zapojení síly po větší dráze, než je tomu u talířů kulatých. Zde se vlastně jedná o fyzikálních zákon – pokud síla působí po delší dráze za jednotku času, dochází k většímu výkonu. Zároveň ani kliky nejsou postaveny v přímce, ale svírají mezi sebou poněkud tupý úhel.

Oválný tvar předních ozubených kol a postavení klik snižuje dobu trvání mrtvého bodu, střídání silového působení levé a pravé nohy na pedály má ekonomičtější a racionálnější charakter. Technika šlapání není vůbec jednoduchá a je vždy třeba věnovat určitý čas vědomé kontrole tohoto pohybu, aby došlo k automatizaci a zafixování správné

techniky. Velmi důležité je to u frekvenčních typů cyklistů, kteří menší silové dispozice nahrazují frekvenčním šlapáním (Soulek, Martinek, 2000).

2.2.4 Posed na jízdním kole

Horní poloha sedla musí být vodorovná. Výška sedla má být nastavena tak, aby se při natažené noze v kolenním kloubu pata dotýkala pedálů. Takže pokud natáhneme špičku, můžeme se podle typu kola (podle výšky středu pedálů) dotknout i země. U závodních kol je střed umístěn níže, proto si musí jezdec dávat pozor zejména v zatáčkách. U kol horských je naopak výše, aby mohl jezdec šlapat i v zatáčkách. Sedlo musí být umístěno pokud možno tak, aby lýtko ve středu šlapání směřovalo kolmo k zemi. Střed šlapání je v okamžiku, kdy jsou pedály rovnoběžné se zemí (Soulek, Martinek, 2000).

Poloha cyklisty na kole je vytvořena třemi dotykovými body kola a jezdce: sedlo – hráz (perineum), pedál – chodidlo, řídítka – horní končetiny. Při vytváření optimálního posedu to tedy znamená, že je nutno sedlo, pedály a řídítka rozmístit tak, aby to odpovídalo délce nohou, trupu a paží cyklisty (Henke, et al., 2005).

Optimální posed musí zabezpečit účinný a uvolněný pohyb nohou při šlapání, aerodynamickou polohu těla, racionální rozložení hmotnosti těla na řídítka a zadní kolo, musí jezdcovi umožnit volné dýchání a lehké ovládání a řízení celého stroje (Henke, et al., 2005).

Držení trupu a paží je ovlivněno druhem řídítek. Je třeba vyvarovat se obou krajností a to buď příliš skrčené poloze – řídítka jsou blízko a hrbíme se (páteř je ohnutá) a nebo příliš natažené poloze (dlouhému posedu). Ten způsobuje bolesti při sezení a zatěžuje nadměrně paže, nadměrně stlačuje břišní partii a také přetěžuje krční páteř, neboť musíme více zvedat hlavu. Dlouhý posed můžeme vylepšit zakoupením kratšího představce, nebo výměnou závodních řídítek za rovná. Rovná řídítka potom dokonce i umožňují lepší ovládání všech řadičů a brzd (Soulek, Martinek, 2000).

Optimální posed se vyznačuje racionální polohou těla cyklisty na kole, která dovoluje při optimální frekvenci šlapání dosáhnout maximálního výkonu svalové práce. Závodníci musí usilovat o co možná nejvyšší snížení vlivu odporu vzduchu pomocí vysoké aerodynamiky posedu, přičemž nelze opominout zásadu, že poloha všech částí těla musí být přirozená, dovolující při minimálních ztrátách energie dosažení maximálního efektu (Henke, et al., 2005).

Mezi základní prostředky umožňující nastavení optimálního posedu patří výška rámu, délka kliky a poloha nohy na pedálu, výška sedla, pozice sedla v horizontální rovině, poloha horní plochy sedla, výška řídítek, vzdálenost řídítek od sedla, šířka řídítek a jejich sklon a připevnění brzdových páček (Henke, et al., 2005).

Pedály souvisí s technikou šlapání nejvíce. Současný trend je takový, aby noha byla pokud možno pevně upevněna k pedálům, přičemž v případě nutnosti (pád, zastavení) může být bezproblémově uvolněna. Dřívější klipsny jsou nahrazeny pevným nášlapným upevněním (tzv. „kufry“). Nášlapné pedály jsou bezpečnější než klipsny, neboť v některých situacích nebylo možno tak rychle nohu z klipsen vytáhnout. Pevné upevnění nohy ke šlapce má řadu výhod. Zejména ekonomika jízdy je podstatně vyšší. Znamená to, že ujedeme větší počet kilometrů s menší námahou. Chodidlo by mělo být umístěno na pedálu tak, abychom šlapali bříšky pod prsty (v případě pedálů). To znamená, že palec zhruba o jeden centimetr přesahuje pedál. Nešlapejte nikdy středem chodidla, vyřazujete tím z činnosti lýtkové svaly (Soulek, Martinek, 2000).

V průběhu jízdy samotné je nutné dbát na uvolněné a lehké sezení, s rukama na řídítkách a s prostředníky a ukazováčky položenými na brzdách. Paže by měly nést část tělesné váhy. Tato pozice umožňuje být připraven se zvednout ze sedla v případě změny terénu nebo přeskočit přes menší nerovnost. Kolo je nejlépe ovladatelné při nízké rychlosti, kdy jezdec stojí v pedálech a paže tvoří s řídítky trojúhelník. V průběhu současného šlapání a stání je nutné vyvarovat se přesouvání těžiště dopředu (Ballantine, Grant, 1993).

2.2.5 Přehazování, volba převodů

Součástí techniky jízdy na kole je zvolení správného převodu. Dříve byl převod jen jeden a do prudšího kopce každý raději z kola sesedl. Nyní je situace jiná. Poslední technická novinka je dokonce kolem dvanácti až čtrnácti koleček na zadním náboji (Soulek, Martinek, 2000).

Přehazovat lze pouze v momentě, kdy řetěz není v plném tahu, zejména do kopce. To znamená, že musíme v okamžiku přehazování vždy uvolnit tlak na pedál, aby došlo k snadnému přehození. Tuto akci kontrolujeme i sluchem. Správné přehození není doprovázeno různými „pazvuky“ (Soulek, Martinek, 2000).

Smyslem převodového poměru je zabezpečit rovnoměrný počet otáček (kadence šlapání), který se v ideálu pohybuje kolem 60-80 otočení kliky za minutu. Pokročilejší jezdci jsou schopni vyvinout kadenci 80-100 a vrcholoví cyklisté jsou schopni udržet

kadenci až 120 otočení za minutu. Vyšší počet otáček dle provedených výzkumů je pro techniku jízdy na kole ekonomičtější, výhodnější (Meyer, Rögner, 2009).

Přehazování nám slouží k používání „lehkých“ převodů do kopce (například poměr zubů 42:24) a „těžkých“ převodů při jízdě po rovině (53:12). Toto jsou krajní varianty. V podstatě záleží na našem stupni zdatnosti, co jsme a nejsme schopni ušlápnout (Soulek, Martinek, 2000).

Při přehazování je nejdůležitějším činitelem včasnost. Je důležité udržovat rytmus šlapání (kadenci), proto přehazujeme na nižší převody ještě na rovině, případně v prvních několika metrech stoupání. To nám pomůže zachovat dynamiku pohybu a zároveň tak šetříme fyzické síly. Před nástupem do kopce přehazujeme nejprve vpředu (na převodnicích) a až poté vzadu (na pastorcích). Na pastorcích se řetěz přehazuje snáze (Meyer, Rögner, 2009).

Přehazovat lze i v kopci. Stačí několikrát rychleji šlápnout, následně uvolnit tlak na pedál a přehodit. Důležité je se vyvarovat přehazování při plném zatížení pedálů. Plné zatížení pedálu by způsobilo značné napínání řetězu při současném „vyhnutí“ přesmykače do strany, kdy je na řetěz vyvíjen značný boční tlak. Menší síla, tedy tah na řetěz znamená svižnější a snazší přenesení řetězu z jednoho převodu na druhý. Efektivitu a šetrnost přehazování může jezdec velice snadno kontrolovat sluchem, kdy by se nemělo ozývat chrastění a ani skřípání řetězu (Meyer, Rögner, 2009).

2.2.6 Jízda v zatáčkách

Jízda v zatáčkách nevyžaduje speciální jezdecké umění. Je však nutno zvolit přiměřenou rychlost pro projetí zatáčky. Pokud vjedeme do zatáčky nepřiměřenou rychlostí, odstředivá síla pracuje neúprosně a v podstatě nezbyvá nic jiného než prudce brzdit. Při průjezdu levé zatáčky maximálně skončíme mimo silnici, při průjezdu pravé zatáčky však hrozí střetnutí s protijedoucím vozidlem, pokud nás odstředivá síla vynese do protisměru. Při jízdě z kopce nebo i větší rychlostí po rovině platí zásada, že u protišlapací brzdy jsou kliky ve vodorovné pozici. U ráfkových brzd platí zásada, že na kterou stranu jsme nakloněni, tak na té straně je pedál v horní poloze, abychom zabránili doteku pedálu se zemí a tím i pádu. Váha v tomto případě je na klice opačné – té, která je v dolní poloze (Soulek, Martinek, 2000).

Při jízdě zatáčkou platí určitě fyzikální zákony pohybu – odstředivá síla je tím větší, čím je poloměr zatáčky menší, odstředivá síla je tím větší, čím větší je jízdní

rychlost, odstředivá síla je tím větší, čím větší je hmotnost systému cyklista – kolo (Henke, et al., 2005).

Proti odstředivé síle se působí vhodným náklonem kola a optimální dráhou jízdy. Zatačka se projíždí vždy tak, aby bylo možno při využití celé silnice dosahovat co největší poloměr jízdní dráhy (jen však při úplném uzavření silničního provozu!). To je možné v případě projíždí-li se např. levá zatačka tím, že cyklista ještě před zatačkou vjede na pravý okraj vozovky a plynule projede zatačku uvnitř levé krajnice, při tom vrchol zatačky projede u její vnitřní hrany a pak vyjíždí opět k pravé krajnici silnice (Henke a kol., 2005).

Naučit se vybírat zatačky je otázka čipernosti. Jezdec musí být schopen kolem pod sebou pohybovat, když přesouvá hmotnost těla a mění směr. Průjezdu zatačkou dominují dvě hlavní pravidla – tělesná hmotnost spočívá na vnější noze a do zatačky se naklání pouze bicykl, nikoliv i jezdec samotný. Díky vhodné kombinaci těchto faktorů zůstává těžiště jezdce nad oběma plášti rovnoměrně a snáze tak udržujeme tažnou sílu. Nahne-li se jezdec daleko, hrozí i při zcela hladkém vybrání zatačky sklouznout, neboť oč hlouběji do ní jezdec vykloní své tělo, o to více se těžiště vzdaluje od pneumatik (Carmichael, Rutberg, 2003).

2.2.7 Pohled v průběhu jízdy zatačkou

Je třeba rychlost jízdy přizpůsobovat, respektive brzdít ještě před vjetím do zatačky, ne teprve v průběhu jejího průjezdu. Pohled by měl v průběhu tohoto manévru směřovat skrze zatačku do míst jejího ústí, ne přímo před přední kolo. Takto směřovaný pohled usnadní držení těla přímo mezi oběma plášti a snáze tak i udržíte stroj pod sebou v ideální stopě.

2.2.8 Sjíždění

Nejdůležitějším bodem ve sjezdu je pohled očí. Pohled nesměruje rovně do bodu, kam nechce jezdec jet, ale po vnitřním okraji zatačky do jejího ústí. Kolo pak bude sledovat následovat směr, kterým jezdec hledí. Další komponentu bezpečného sjezdu tvoří pozice pedálů. Ten na vnějším okraji zatačky opisuje její dráhu při zemi. Tlak na kola je tak vyšší a jezdec získává ve sjezdu vyšší stabilitu.

V terénu je podstatný „aktivní“ způsob jízdy. Jezdec by měl být pohyblivější, uvolněnější. Pokrčené lokty a kolena využívá jako tlumiče nárazů. Mírné pokrčení v kloubech zároveň umožňuje snadnější a rychlejší přenos těžiště dopředu a dozadu. Jezdec

tak včas zareaguje na povrch terénu a na překážky v dráze jízdy (Meyer, Rögner, 2009).

2.2.9 Jízda do kopce, stoupání

Na jízdu do kopce je vhodné se připravit již na rovině - volbou přiměřeného převodu se vyhneme ztrátě rychlosti v důsledku přehazování v již započatém stoupání a zároveň máme možnost se před stoupáním vydýchat. Do kopce se nerozjíždíme příliš vysokou rychlostí, aby nedošlo ke „ztuhnutí“ v průběhu výjezdu. Dýchání je uvolněné a pravidelné. Kadence šlapání by měla mít vyšší frekvenci (Soulek, Martinek, 2000).

„Pokud budete v kopci držet horní část trupu včetně svalů hrdla, hlavy a obličeje volně, uspoří se tak důležitá energie, o kterou žadoní vaše nohy a plíce. Trénink aerobního systému a laktátových mezí sice zvyšuje sílu jezdce při stoupání, leč ekonomika jízdy zvyšuje rychlost“ (Carmichael, Rutberg, 2003).

Nejúspornější polohou pro stoupání je varianta vsedě s rukama svírajícíma řídítka shora. Sedlo podepírá velkou část jezdce tělesné hmotnosti, což je energeticky ekonomické oproti pozici vstoje. Zároveň s tím nedochází k zatuhnutí svalstva horní poloviny těla, které by nám bránilo v uvolněném dýchání a zároveň způsobovalo vyšší výdej energie neustálou svalovou kontrakcí (Carmichael, Rutberg, 2003).

Zvednutí se v průběhu výjezdu s cílem protažení končetin či zrychlení, by mělo předcházet přehození vyššího převodu. Stojící jezdec totiž může využít své tělesné hmotnosti ke šlapání. Frekvence pedálové kadence v momentě stoje klesne a volba vyššího převodu je tak nutností, nechce-li jezdec ztratit rychlost.

Zrychleným dechem a vyšší tepovou frekvencí tedy vzrůstá spotřeba energie. Tyto úbytky jsou však snadno kompenzovatelné správnou hydratací a výživou. Díky tomu dokáže kardiovaskulární systém snáze odolávat únavě než svalstvo dolních končetin. Zároveň, pokud zůstane jezdec v aerobním pásmu, znamená to pro něj nižší hromadění laktátu a úsporu svalového glykogenu (Carmichael, Rutberg, 2003).

Při jízdě do kopce je vhodné zvýšit rychlost pedálové kadence. Stoupající cyklista tak přenechává část zátěže svalstva na nohách kardiovaskulárnímu systému. Jedli rychle nebo pomalu, může odvádět výkon o vysokých wattech, ale čím rychleji bude šlapat, tím méně se namáhá během každého sešlápnutí. Rychlejší kadenci však hradí energie. Vyšší kadenci se totiž spaluje více kyslíku, neboť se svaly na nohou musí vícekrát kontrahovat. Jelikož je ale krev kyslíkem dostatečně zásobena a jeho vyšší spotřeba se dělí mezi mnoho svalů, může jej každý z nich upotřebit pro nové kontrakce, aniž by byl nucen

uchylovat se k anaerobnímu metabolismu.

Podávat tentýž výkon při nižší kadenci vyvolává problémy, jelikož s kyselinou mléčnou hromadící se v nožním svalstvu nastává únava rychleji. Na rozdíl od kardiovaskulárního systému se kosterní svaly unavují odlišně. Pro zvýšení zátěže je proto vhodnější volit vyšší pedálovou kadenci a tím zvýšení dechové frekvence nad vyšším jízdním převodem a tedy přechodem do „nevýhodného“ energetického pásma (Carmichael, Rutberg, 2003).

2.2.10 Jízda serpentinami

Zvolit při stoupání nejmenší vzdálenost mezi dvěma průjezdovými body nemusí být vždy tím nejlepším řešením. Vnitřnímu okraji silnice připadá sice nejkratší vzdálenost, ale zároveň také nejprůkřejší sklon. Trasa vnější strany silnice měří sice více, ovšem svým „mělčím“ profilem jezdcí umožňuje snáze udržet tempo bez současného zvýšení výkonnosti. Vnitřní okraj tak více nutí k vyššímu výdeji energie, zatímco vnější umožní zachovat rytmus, šetřit síly a dokonce zrychlovat (Carmichael, Rutberg, 2003).

2.2.11 Jízda ve stoje

Moderní horská kola umožňují svým velkým rozsahem převodů zvolit ten správný převod pro stoupání. Díky tomu můžete zůstat sedět v sedle v průběhu celého stoupání. Ve chvíli pocitu potřeby „protažení se“ je vhodné přeradit na vyšší převodový stupeň a ujet pár metrů ve stoje. Odlehčíte tím svalům nohou a zádovému svalstvu, zároveň se může rozšířit hrudní koš a poskytnout tím plicím větší prostor k dýchání (Meyer, Rögner, 2009).

V případě výrazně nestabilního jízdního podkladu (štěrk, hlína, kamenité cesty) je vhodné se při jízdě vstoje příliš nenahýbat přes řídítka a kyčle držet přímo nad sedlem. Dlouhá stoupání není na škodu podpořit na sedle pohyby tělem dopředu a dozadu, čímž se částečně přenáší účinek šlapání i mimo primárně zatěžované svalové partie (Meyer, Rögner, 2009).

2.3 Zátěžová fyziologie jízdy na kole

Fyziologické aspekty této pohybové aktivity se dotýkají všech tří zón energetického krytí. Jezdec v průběhu jízdy překonává stoupání o různých stupních a délkách náklonu, což se odráží na zvýšené kardiovaskulární a dechové frekvenci, stoupá spotřeba kyslíku. Intenzivní pohybová činnost zvyšuje aktivitu metabolických dějů. V důsledku adaptace

organismu na zátěž dochází ke změnám v nervosvalovém a kardiorespiračním systému.

2.3.1 Srdeční frekvence, tepová frekvence

Srdeční frekvence (SF) je frekvence srdce měřená přímo na něm nebo pomocí přístrojů, jako je EKG (elektrokardiogram) či sporttester. Tepovou frekvencí (TF) označujeme výsledek aktivity srdce, kdy se palpačně (pohmatem) na tepně zápěstí či vřetenní stanovuje počet tepových vln jako projev srdeční činnosti. Hodnota TF závisí na věku (u dospělého okolo 70 tepů za minutu) a velmi významně na aktivitě sympatoadrenálního systému (zvyšuje TF nad 80 tepů za minutu) a parasympatiku (snižuje TF pod 60 tepů za minutu). Takto se projevuje fyzická a psychická zátěž, změna okolní teploty nebo i teploty vlastního těla (v nemoci), vysoká nadmořská výška, nedostatek spánku, únava, ale i příjem kofeinu, alkoholu či podpůrných látek (Kohlíková, 2004).

Srdeční frekvence je velice oblíbeným ukazatelem nejen díky své snadné dostupnosti, ale zároveň pro jednoduchou interpretaci výsledků jejího měření. Pravidelný trénink změní rovnováhu mezi sympatickým a parasympatickým vegetativním systémem tím způsobem, že nejprve dojde ke zvýšení parasympatiku a poklesu sympatiku. Trénink rovněž sníží spouštěcí citlivost sinotriálního uzlu (SA uzlu), který za normálních podmínek zajišťuje tvorbu srdečních vzruchů. Tím je vysvětlen jev tréninkové i klidové bradykardie (pokles TF). Jedná se vlastně o úsporné opatření, které snižuje spotřebu kyslíku srdečních svalů při stejné zátěži a stejném minutovém výdeji, protože tepový objem se zvyšuje. Míra adaptace se vytváří postupně a dosáhne optimální úrovně po 4-6 týdnech, projeví se poklesem SF v rozsahu asi 12-15 tepů za minutu při konstantní zátěži proti hodnotám před zahájením cvičení (Máček, et. al., 2011).

Je potvrzen lineární vzestup srdeční frekvence a spotřeby kyslíku, a to u adaptovaných jedinců, tak i u osob se sedavým způsobem života. Rozdíl v tomto případě je ovšem ve strmosti tohoto vzestupu. U netrénovaných osob stoupá SF rychleji než intenzita zátěže vyjádřená mírou spotřeby kyslíku. U trénovaných osob je vzestup pomalejší. Výsledkem je, že trénovaní jedinci zvládnou téměř dvojnásobnou zátěž se stejnou SF jako netrénovaní (Máček, et. al., 2011).

2.3.2 Určení intenzity zátěže podle srdeční frekvence

Pro zvýšení aerobní kapacity by se měla u nezdatných osob pohybovat zvolená intenzita zátěže pohybovat v rozmezí 55-65% maximální srdeční rezervy. Do 30i let věku

se užívá SF odpovídající (v závislosti na typu tréninku) hodnotám od 140 do 180 tepů za minutu. Lze ovšem očekávat odchylku asi +/- 10 tepů za minutu od náležité hodnoty pro daný věk. Maximální srdeční frekvenci lze vypočíst dle vzorce $SF_{max} = 220 - \text{věk}$. Tento postup ovšem podceňuje maximální hodnotu, a doporučuje se proto poněkud přesnější výpočet podle vzorce $SF_{max} = 208 - (0,7 \times \text{věk})$. Často užívaná metoda stanovení zátěžové SF doporučená Karvonenem, se nazývá „maximální srdeční nebo tepová rezerva.“ Ta jako nejvhodnější hladinu pro rozvoj zdatnosti uvádí 60% z rozdílu mezi klidovou a maximální hodnotou. Lze ji považovat za zátěž střední intenzity (v zahraniční literatuře popisovanou jako „moderate“). Vypočítá se dle vzorce $SF = SF_{klidová} + 0,60 \times (SF_{max} - SF_{klidová})$ (Máček, et. al., 2011).

2.3.3 Srdeční výdej

Srdeční výdej je množství krve přečerpané krví za určitou časovou jednotku. Jedním stahem dokáže srdce přečerpat kolem 70ml krve. Tuto hodnotu označujeme jako systolický výdej (Q_s). Minutovým srdečním výdejem (Q) označujeme hodnotu krve přečerpané srdcem za jednu minutu a činí zhruba 5 litrů (vypočítáme jej vynásobením počtem srdečních stahů za jednu minutu systolickým výdejem).

Srdeční výdej fyziologicky narůstá při úzkosti (o 50% až 100%), po příjmu potravy (o 30%) a při fyzické zátěži až o 700%. K poklesu srdečního výdeje naopak dochází při přechodu z lehu do stoje (o 20% - 30%) a při nepřiměřeně vysoké tepové frekvenci. Během srdeční frekvence 180 až 200 tepů za minutu nedochází totiž jen ke zrychlení činnosti srdce, ale současně se mění poměr trvání systoly a diastoly. Zatímco fáze systoly se časově vlastně nemění, zkracuje se čas trvání diastoly (fáze plnění). Výsledkem toho je snížení množství krve v srdci, které je vypuzováno do dalších cévních systémů. I přes vysokou hodnotu srdeční frekvence díky sníženému systolickému výdeji může klesat minutový srdeční výdej, což se projeví rychlým rozvojem únavy s nutností ukončit danou pohybovou aktivitu (Kohlíková, 2004).

2.3.4 Energetika srdeční práce

Okamžitým zdrojem pro srdeční kontrakci je ATP (adenosintrifosfát), jehož resyntéza probíhá výhradně anaerobně. V srdci je proto vysoká spotřeba kyslíku. Ve spotřebě živin mají důležitý podíl volné mastné kyseliny a kyselina mléčná, což má význam zejména při fyzické zátěži, kdy kosterní svaly přecházejí na anaerobní glykolýzu

se zvýšenou tvorbou kyseliny mléčné (Kohlíková, 2004).

Tab 2 - Energetické zdroje srdce (Kohlíková, 2004)

Zdroje energie	V tělesném klidu (%)	Při tělesné zátěži (%)
Volné mastné kyseliny	34	21
Glukóza	31	16
Laktát	28	61
Aminokyseliny, ketolátky	7	2

2.4 Energetická bilance, metabolismus a výživa

Zvýšená pohybová činnost klade vyšší nároky na energetický příjem a pitný režim. Dostatečný příjem sacharidů je klíčový v otázce udržení hladiny glykémie, jakožto energie pro mozek a k obnově zásobního svalového glykogenu. Oxidací makroživin v organismu nastává nezbytnost zbavování se finálních produktů z těla (CO_2 , H_2O), aktivace glykolytického energetického systému spotřebovává a resyntetizuje ATP-CP, vzniká laktát.

2.4.1 Metabolismus

Pohybová činnosti vyšší intenzity a objemu zvyšuje aktivitu metabolických dějů s následným ovlivněním bazálního metabolismu. Specifický charakter tréninkové zátěže sportovce je významným činitelem v otázce rozdílnosti metabolické a funkční adaptace organismu a tím i na úrovni dosažených výsledků sportovce v souvislosti s jejich tréninkovým či sportovním zaměřením.

Zvýšení pracovního metabolismu evokuje (s cílem zajistit všechny metabolické potřeby cestou nervových a humorálních regulací) změny zejména v nervosvalovém a kardiorespiračním systému, kdy primární odezva nastává ve svalovém systému (Havlíčková, et al., 2003).

Úroveň metabolismu v závislosti na různých typech pohybových aktivit lze vyjádřit energetickým výdejem jedince. Jako základní metabolismus pro potřeby srovnání se uvádí hodnota bazálního metabolismu (BM), který se měří ve standardních podmínkách (teplota, tlak, atd.). Hodnoty BM pro ženy se udávají kolem 5000kJ na den, pro muže pak 6000kJ na den. Pracovní metabolismus (PM) udává stupeň metabolismu při určité tělesné aktivitě,

jeho hodnota je dána součtem hodnoty klidového metabolismu (KM) s hodnotami pracovních přírůstků (Dovalil, et al., 2009).

2.4.2 Systémy energetického krytí

Živočišný organismus oxiduje sacharidy, proteiny a tuky a produkuje oxid uhličitý (CO_2), vodu (H_2O) a energii nezbytnou pro životní pochody. Energie se v těle uchovává ve zvláštních, energeticky bohatých fosfátových sloučeninách a ve formě proteinů, tuků a složitých sacharidů, tvořených z jednodušších molekul. Komplex reakcí, vedoucích k uvolňování energie v malých použitelných množstvích se nazývá katabolismus. Tvorba nových sloučenin procesy, které energii spíše spotřebovávají, než uvolňují, se označuje jako anabolismus (Kohlíková, 2004).

Rychlostní zatížení s časem trvání do zhruba 15s jako hlavní energetický zdroj využívá systému makroergních fosfátů ATP a CP s malou tvorbou laktátu. *Rychlostně-vytrvalostní zatížení* od 15 do 50s využívá ATP a CP a anaerobní glykolýzu s vysokou tvorbou laktátu.

Vytrvalostní zatížení krátkodobé do 120s využívá systému glykolýzy s velmi vysokou tvorbou laktátu. *Vytrvalostní zatížení střední* od 2 do 11 minut využívá převážně glycidy se střední tvorbou laktátu (tzv. oxidativní fosforylace).

Vytrvalostní zatížení dlouhé od 11 do 60 minut využívá oxidativně glycidy a lipidy s malou tvorbou laktátu. *Velmi dlouhé vytrvalostní zatížení* nad 60 minut využívá jako energetický zdroj převážně lipidy a glycidy, laktát se netvoří (Havlíčková, et al., 2003).

2.4.3 Zóny energetického krytí

V průběhu pohybové činnosti dochází k využívání energie ze zdrojů pomocí dvou druhů biochemických reakcí – aerobní a anaerobní. Zatímco aerobní reakce potřebuje ke svému vzniku kyslík, u anaerobní reakce se (při současném nedostatku kyslíku) využívá procesů ATP-CP a anaerobní glykolýzy. Využívání energie se tak uskutečňuje třemi rozdílnými a zároveň závislými způsoby – ATP-CP systém, LA systém a O_2 systém (Dovalil, et al., 2009).

ATP-CP systém

Jedná se o anaerobní způsob získávání energie z přítomných energeticky bohatých fosfátů. V průběhu štěpení ATP se zároveň aktivují reakce zajišťující resyntézu ATP ze

svalových rezerv kreatinfosfátu (CP). Aktivace nastává velice rychle, neboť rezerva vystačí na 10 – 15 sekund práce maximální možnou intenzitou. Zpětné doplnění zásoby ATP, CP nastává za 2 – 3 minuty. Celkové množství energie v této zásobě je pouze mezi 21 – 33kJ.

LA systém

Jedná se taktéž o anaerobní způsob energetického krytí, kdy je energie získána štěpením glykogenu. Finálním produktem této biochemické reakce je kyselina mléčná (LA – z anglického lactic acid). Systém je hlavním zdrojem energetického krytí v momentě, kdy již ATP-CP systém nestačí uhradit energetické požadavky. Jeho použitelnost je ve srovnání s ATP-CP pomalejší a neumožňuje tak vysokou intenzitu činnosti, zato ji lze provádět po delší dobu, kolem 1 – 2 minut. Energetický zisk činí přibližně 120 – 140kJ.

O₂ systém

Systém funguje při štěpení cukrů, tuků a bílkovin za přítomnosti kyslíku. Finálními produkty reakce je oxid uhličitý (CO₂) a voda, kterých se organismus umí snadno vylučovat. Při setrvalé činnosti trvající více než 2 minuty se O₂ systém stává hlavním energetickým dodavatelem. Jako zdroj energie se uplatňuje svalový glykogen, triglyceridy kosterního svalu, glukóza obsažená v krvi (doplňovaná z jaterního glykogenu), volné mastné kyseliny z tukové tkáně a v extrémních případech i bílkoviny. Systém je schopen dodat velké množství energie ovšem za jednotku času méně než systémy ostatní. Pohybová aktivita v této zóně může probíhat desítky minut i hodiny (Dovalil, et al., 2009).

2.4.4 Anaerobní práh

Předěl mezi oxidativním krytím energetických potřeb při pohybové činnosti a smíšeným krytím aerobně-anaerobním, při kterém prudce narůstá podíl neoxidativní úhrady energetických potřeb, se nazývá anaerobní práh. Hodnota anaerobního prahu vyjadřující okamžik nelineárního nárůstu a kumulování kyseliny mléčné v krvi v závislosti na intenzitě zatížení je individuálně charakteristická a představuje hodnoty kyseliny mléčné přibližně kolem 4mmol na litr v krvi. U vytrvalců se vyskytuje práh v oblasti koncentrace LA 2-3 mmol na litr (Havlíčková, et al., 2003).

Novější výzkumy prokazují, že metabolický podklad anaerobního prahu má převážně povahu narušení kontinuálních rovnovážných procesů než dříve uznávaný

koncept zlomu či prahu. Tvorba LA ve svalu není způsobena nedostatkem kyslíku, respektive není závislá na anaerobióze, ale probíhá víceméně stále, a to i za klidových podmínek. Obrat laktátu, tj. jeho tvorba a odbourávání, jsou lineárně závislé na míře spotřeby kyslíku, respektive na intenzitě zatížení (Heller, 2011).

2.4.5 Měření energetické náročnosti

Nejnižší možnou úroveň energetického metabolismu je BM. V reálných klidových podmínkách je energetický metabolismus asi o 10% vyšší a výrazně se zvyšuje při habituálních a pracovních aktivitách a výrazně pak při pracovních činnostech.

Přímé a přesné stanovení produkce energie lze provést pouze v kalorimetrických komorách, kde se měří zároveň jak spotřeba kyslíku (VO_2), tak i tvorba tepla.

Nepřímý způsob zjišťování energetického výdeje (tzv. nepřímá energometrie či kalorimetrie) určuje množství energie vydané v průběhu pohybové aktivity na základě zjišťování spotřeby kyslíku (Heller, et al., 2011).

2.4.6 Nepřímá kalorimetrie

Tento způsob stanovení energetického výdeje je založen na měření spotřeby kyslíku a jejím přepočtu na energetický výdej s využitím energetického ekvivalentu pro kyslík, EEO_2). Provádí se jak v laboratorních, tak i v terénních podmínkách. Moderní přenosné analyzátory umožňují průběžné sledování změn dýchacích plynů v předem nastavených časových intervalech či metodou „dech od dechu“. Lehké přenosné systémy využívají malé průtokoměry, mikroanalyzátory kyslíku a oxidu uhličitého a získané údaje mohou být přenášeny buď telemetricky on-line do přijímače nebo se zaznamenávají do paměti k pozdějšímu vyvolání a vyhodnocení (Heller, et al., 2011).

Při nepřímé kalorimetrii je nezbytné přesné stanovení klidové spotřeby kyslíku, neboť tuto klidovou spotřebu kyslíku je třeba odečíst jak od pracovní spotřeby kyslíku, tak i od spotřeby kyslíku v zotavení, abychom získali „čistou“ spotřebu kyslíku. Porovnáním „čisté“ pracovní spotřeby kyslíku a „čisté“ spotřeby kyslíku v zotavení lze určit aerobní a anaerobní podíl energetické úhrady sledované pohybové aktivity. Výpočet spotřeby kyslíku lze jednoduše vyjádřit jako součin plicní ventilace, korigované faktorem STPD (250ml/min) a procenta využitého kyslíku (20,9% minus hodnota stanovená ve vydechovaném vzduchu). Pomocí energetického ekvivalentu pro kyslík (EEO_2), jehož hodnota kolísá v závislosti na úrovni poměru respirační výměny RER (tj. přírůstek

CO₂/úbytek O₂) se převede spotřeba kyslíku na energetický výdej (v kJ). Celkový energetický výdej (100%) odpovídá součtu čistého pracovního energetického výdeje (ČPEV) a čistého pozátěžového energetického výdeje (ČPoEV). Porovnáním podílu ČPEV a ČPoEV určíme absolutní energetický výdej i relativní (%) aerobní a anaerobní podíl energetické úhrady dané fyzické aktivity (Heller, et al., 2011).

2.4.7 Spiroergometrie

Jedná se o vhodnou metodu pro určování funkčnosti transportního systému kyslíku. Pro vytrvalostní sporty je hojně využívaným vyšetřením, při kterém je rozhodujícím faktorem pro úspěch co nejrychlejší transport kyslíku tkáněmi. U zdravých sportovců je primárním úkolem spiroergometrie zjišťování reakcí organismu na fyzickou zátěž. Určení, kdy se zapojuje který energetický systém, stanovení anaerobního prahu a jiné důležité ukazatele jako maximální TF, VO₂max atd.

Spiroergometrie zároveň slouží jako ukazatel pro mladé sportovce, jakému sportu by se spíše měli v budoucnu věnovat, či které sportovní odvětví by měli upřednostnit. Fyziologické a somatické předpoklady má každý sportovec různé. Jelikož jsou některé fyziologické parametry geneticky podmíněné, je nutné provést zátěžové vyšetření, protože bez něj se mohou hodnoty pouze odhadovat. Například maximální aerobní kapacita je zásadním předpokladem pro dosahování dobrých vytrvalostních výkonů. Pro aerobní fyzickou zdatnost se dispozice do značné míry dědí. Většina autorů se shoduje v tom, že genetická vrozená složka tvoří 30%, zatímco získaná „tréninkem ovlivnitelná“ složka aerobní zdatnosti činí přibližně 70% (Vilikus, et al., 2004).

V lékařské praxi spiroergometrie slouží k posouzení výkonnosti nemocného, odhalení případné simulace nebo zveličování dušnosti, rozlišení jednotlivé příčiny dušnosti (plicní příčiny, či příčiny srdeční), stanovení tepové frekvence při anaerobním prahu pro potřeby léčebné rehabilitace nemocných či optimální tréninkové zátěže u sportovců. U nemocných s chronickým selháním srdce pomáhá určit léčbu, případně vhodnost a správné načasování transplantace srdce.

2.4.8 Ukazatele zatížení

Srdeční frekvence

Jedná se o frekvenci srdce, která se měří přímo na srdci nebo za pomoci přístrojů (EKG, sporttester). Tepová frekvence je výsledkem aktivity srdce, kdy se pohmatem na

tepně zápěstí, vřetenní či spánkové zaznamenává počet tepových vln, které jsou projevem srdeční činnosti (Kohlíková, 2004).

Pro řízení tréninku a jeho kontrolu je srdeční frekvence (SF) nenahraditelnou veličinou. Vhodným pomocníkem pro její kontrolu jsou moderní měřicí a záznamové přístroje v podobě hodinek na zápěstí (sporttesteru). Ty umožňují jedinci sledovat SF v průběhu zatížení a dle toho aktuálně upravovat tréninkovou intenzitu.

Pro potřeby řízení tréninkové procesy se užívá hodnota maximální srdeční frekvence (SF_{max}). SF_{max} je hodnota srdeční frekvence, kterou je organismus jedince schopen při zátěži dosáhnout a krátkodobě i udržet. Je to hodnota individuální a více než tréninkem je ovlivněna věkem, pohlavím, dále pak okolní teplotou, denní dobou a aktuálním psychickým a fyzickým stavem. Maximální a submaximální hodnoty se mohou pohybovat od 180 do 205 tepů za minutu (Kuhn, et al., 2008).

Krevní laktát

Produktem štěpení cukrů (glukózy či glykogenu) za nepřítomnosti kyslíku je laktát (La). Vzniká při nedostatku kyslíku v příslušných tkáních (sval). Nedostatek kyslíku v organismu způsobuje, že se laktát ze svalové tkáně rychle vyplavuje do krve, kterou je distribuován po celém organismu. Aktuální množství La v krvi (tzv. laktacidémie) je výsledkem procesů jeho vzniku a odbourávání srdcem a játry. La je významným zdrojem energie pro srdce při zvýšených pohybových nárocích. Hromadění L a dalších odpadních metabolitů ve fázi zatížení vede k acidóze v organismu, na niž je citlivá zejména centrální nervová soustava. Při zvýšené produkci La pociťuje jedinec bolest ve svalu, tuhnutí svalu (Dovalil, et al., 2009).

V klidovém stavu se hodnoty krevního laktátu pohybují mezi 1,2 – 1,8 mmol/l krve. Míra produkce La je u trénovaných i netrénovaných jedinců stejná, ovšem organismus trénovaného jedince je schopen se s La snáze vypořádat. Celkové odbourání La může trvat i několik hodin. Energetická zásoba organismu tvořená La je přeměněna na glykogen, nebo ihned spotřebována. Podle míry obsahu La v krvi lze určit účinnost právě probíhající pohybové aktivity ve vztahu ke konkrétní kondiční výbavě vyšetřované osoby a zároveň vynaložené úsilí při testech pohybové výkonnosti (Soška, 2001).

2.4.9 Ventilační parametry

V této části práce jsou popsány hlavní parametry výměny plynů, které se blíže dotýkají provedeného měření.

Dechový objem

Dechový objem (V_t) je hodnota uvádějící objem vzduchu, který se dostane do plic při jednom nádechu. V_t je výrazně závislý na dechové frekvenci. Zatímco při klidovém stavu organismu se do plic dostane jedním nádechem 0,5 – 0,7l vzduchu, za stavu intenzivní tělesné činnosti hodnota vzrůstá na 2,0 – 3,0l. Hodnota bývá vyjadřována podílem na ventilační kapacitě plic (%VC).

Minutová ventilace

Minutová ventilace (VE) představuje objem vzduchu vydýchaného za 1 minutu. Klidová hodnota činí průměrně 8l za minutu a při zátěži stoupá na 80 až 100 l za 1 minutu. VE je závislá na intenzitě konané pohybové aktivity. Přizpůsobuje se nejen potřebám zvýšeného přísunu O_2 , ale zejména zvýšené koncentraci CO_2 a jeho potřebě vyloučení z organismu (Havlíčková, 2003).

Ventilační ekvivalent kyslíku

Ventilační ekvivalent kyslíku (VE_{O_2}) je poměrem mezi ventilací (vyjádřena v litrech) a spotřebou kyslíku (vyjádřena v ml za minutu). Tento parametr vyjadřuje ekonomičnost dýchání a ukazuje míru ventilace pro získání 1l kyslíku. U trénovaných jedinců je v zátěži tato hodnota nižší než u netrénovaných. Čím je hodnota VE_{O_2} nižší, tím je vyšší stupeň využití kyslíku (Cinglová, 2010).

Výdej oxidu uhličitého

Výdej oxidu uhličitého (VCO_2) vyjadřuje množství oxidu uhličitého vydaného z plic do vnějšího prostředí za časovou jednotku (litry za minut). Tento parametr je ukazatelem velikosti tvorby CO_2 v tkáních. Je důležitým ukazatelem pro posouzení reakce a adaptace na tělesnou zátěž (Cinglová, 2010).

Příjem kyslíku

Tato hodnota představuje množství využitého kyslíku z nadechnutého vzduchu za jednotku času (zpravidla 1 minuta). Tímto ekvivalentem zajistíme potřebnou validitu a reprodukovatelnost testu (Havlíčková, 2003).

Poměr respirační výměny

Poměr respirační výměny (R) je poměr výdeje CO_2 vůči příjmu O_2 za časovou jednotku. V klidovém stavu je tento vztah konstantní, ovšem při pohybové aktivitě se mění. Při nižší intenzitě zátěže lehce klesá, po překročení anaerobního prahu prudce stoupá kvůli nastupující metabolické acidóze. Při dosažení maxima překračuje hodnotu 1,0 a ve fázi zotavení se ještě zvyšuje (Cinglová, 2010).

Poměr dýchacích plynů (RER) je velice kvalitním ukazatelem metabolického zatížení osoby při spiroergometrii. Jedná se o velmi důležitou hodnotu pro validitu testu. V případě, že bylo v průběhu testu dosaženo hodnoty RER 1,00 a méně, není možné brát naměřené hodnoty funkčních parametrů za maximální. RER 1,00 koresponduje přibližně s hodnotou anaerobního prahu (Vilikus, et. al., 2004).

Za test do maxima je považována zátěž, při které je testovaná osoba jasně nad anaerobním prahem a dosáhla v okamžiku nejvyšší VO_2 hodnotu RER nad 1,06. U vhodně motivovaného a zdravého jedince je tento poměr vždy 1,10-1,25. Vysoce motivovaný jedinec dosáhne RER v maximu 1,2 – 1,25 (Máček, et. al., 2011).

Tab 3 - Respirační kvocient a energetický ekvivalent kyslíku v závislosti na způsobu čerpání energie (Bartůňková, 2007)

RER	EE _{O2} [kJ]	Uvolněná energie	
		z tuků[%]	ze sacharidů [%]
0,71	19,6	100	0
0,75	19,8	85	15
0,80	20,1	68	32
0,90	20,6	34	66
0,95	20,9	17	83
1,00	21,1	0	100

2.5 Zdroje energie

Tento pojem označuje dvě skupiny energetický zdrojů. Jednou jsou makroergní fosfáty, mezi které patří ATP (adenosintrifosfát, jakožto okamžitý zdroj) a CP (kreatinfosfát, jakožto zásobní zdroj). Druhou skupinou jsou makroergní substráty: cukry, tuky, bílkoviny, které přijímáme v potravě. Lidský organismus je upravuje štěpením a anabolickými procesy do vhodných zásobních forem.

2.5.1 Energetické krytí pohybové aktivity

Glykolytický způsob uvolnění energie, někdy též nazývaný anaerobní, je velice rychlý a své uplatnění nalezne při krátkodobých intenzivních aktivitách trvajících asi do 1-2 minut. Okamžité množství energie dodané tímto způsobem je ovšem omezené. V průběhu této přeměny energie vzniká laktát (Máček, et al., 2011).

Oxidativní fosforylace, někdy nazývána aerobní, má pomalejší průběh, přičemž množství tímto způsobem dodané energie je omezeno pouze zásobou substrátu. Tento způsob se uplatňuje v průběhu dlouhodobějších vytrvalostních výkonů i při trvalé aktivitě některých svalových skupin. Jeho vyšší výkonnost je ovšem limitována současnou schopností transportního systému – krevního oběhu a dýchání, dodat co nejšetnější formou co největší množství kyslíku (Máček, et al., 2011).

Forma energetického zdroje, který bude v těle využit, závisí na druhu pohybové aktivity, intenzitě i na stupni adaptace na tělesnou zátěž. Klidová spotřeba a pohybová aktivita o nízké intenzitě (asi do 25%VO₂ max) je hrazena převážně z tukových zásob. S rostoucí intenzitou se zvyšuje podíl glukózy a přesáhne-li výdej energie 65-75% VO₂ max, klesá podíl energie získané z tuků na polovinu (Máček, et al., 2011).

2.5.2 Makroergní substráty v energetické přeměně

Tři základní energetické zdroje – sacharidy, tuky a bílkoviny, nepřispívají stejnou měrou k energetické přeměně. Přestože sacharidy představují 50% energetického obsahu přijímané potravy, je primárním zdrojem v klidu i při mírné a střední tělesné aktivitě tuk. Tento zdroj má zároveň největší energetický obsah, a sice 39kJ/g/min, zároveň je stálý a může být bez obtíží mobilizován. Energetický obsah sacharidů je o polovinu nižší, přesně 17kJ/g/min. Určitou nevýhodou spalování sacharidů oproti spalování tuků je potřeba 2,7g vody na vazbu 1g sacharidů (Máček, et al., 2011).

Forma a výběr spalovaného substrátu během tělesné zátěže (sacharidů x tuků), závisí na řadě činitelů. Jednoznačná je závislost na aktuálním stavu organismu, tedy zda-li je nasycený či hladový a při srovnávání jednotlivců i na stupni adaptace na tělesnou zátěž. Při zátěži nižší až střední intenzity je glykogen uložený ve svalových vláknech primárním zdrojem energie. V prvních 20 minutách hradí tento zdroj 40-50 % nezbytné energie, i když poměrná účast jednotlivých zdrojů (převážně tuků), závisí na intenzitě zátěže, genetických předpokladech a úrovni adaptace. Při nižších intenzitách postupně narůstá, až posléze převažuje hrazení tukem, s následnou rostoucí intenzitou stoupá využívání glukózy, zhruba již od intenzity 50 % VO₂ max (Robergs, 2000).

2.6 Dýchací systém

Pohybové zatížení klade požadavky na zajištění metabolických potřeb. Zvýšená činnost metabolismu vyžaduje zvýšenou výměnu plynů. Ta spočívá v dostatečných dodávkách kyslíku tkáním a rychlém odstranění oxidu uhličitého z organismu. V tomto ohledu je nezbytná spolupráce dýchacího a oběhového systému (Havlíčková, et al., 2003).

2.6.1 Zevní a vnitřní dýchání

Zevní dýchání (ventilace), je výměna plynů mezi organismem a okolním prostředím. Vnitřní dýchání (respirace) je výměna plynů mezi plicemi, krví a tkáněmi. Dlouhé dráhy pro výměnu plynů u mnohobuněčných organismů jsou překonávány pomocí proudění (tzv. konvekce). Děje se tomu tak prostřednictvím proudu plynů v dýchacím ústrojí a proudu krve v oběhovém systému. Přenos plynů na krátké vzdálenosti přes buněčné a membránové bariéry naproti tomu probíhá difuzí. Kyslík se tak dostává ve vdechovaném vzduchu do plicních alveolů (ventilace = větrání), odkud difunduje alveolární membránou do krevního oběhu. Odtud se pak prouděním přenáší dále do tkání. Z krve nakonec difunduje do mitochondrií zásobovaných buněk (Silbernagl, Despopoulos, 2004).

2.6.2 Mechanika dýchání

V průběhu pohybové činnosti se mění způsob inspirační a expirační fáze dechu. U netrénovaného jedince se bránice v klidových podmínkách podílí na plicní ventilaci ze 30 – 40%, u trénovaného z 50 – 60%. V průběhu fyzické zátěže se podíl bráničního dýchání zvyšuje. Do jisté dechové frekvence (kolem 40 dechů za minutu) tělo není nuceno využívat

výdechové svalstva. Dýchání probíhá, podobně jako v klidových podmínkách, s minimálními energetickými požadavky. Inspirium je aktivní, expirium pasivní. Po dosažení určitého stupně intenzity zatížení se však dechový objem musí dále navyšovat a vydechnutí je nezbytné v kratší době. To je však možné ze vzduchu, který v plicích zůstává, tedy z expiračního rezervního objemu. Do činnosti se pak musí nezbytně zapojit výdechové svaly (vnitřní mezižeburní svaly a svaly břišní). Tento proces klade zvýšené nároky na spotřebu energie. Ekonomičtější je tedy prohloubené dýchání s nižší dechovou frekvencí.

V průběhu tělesné činnosti se zlepšuje průchodnost dýchacích cest. Příčinu je třeba hledat ve vyšší aktivitě sympatiku, která vede k poklesu napětí hladkých svalů dýchacích cest. I přesto se u osob dýchajících frekvencí 40 – 50 dechů/min pozoruje dýchání otevřenými ústy. Tento způsob dýchání totiž usnadňuje činnost dýchacích svalů, na druhou stranu takto vdechnutý vzduch není připraven na vstup do alveolárního prostoru. Suchý a chladný vzduch může u některých přecitlivělých osob vyvolat průduškový spasmus. Odpadá i další funkce nosní sliznice, která funguje jako „vzduchový filtr“. Tím stoupá množství prachových částic pronikajících do dolních dýchacích cest. To nepřispívá k pozitivnímu efektu cvičení. Zvláštní význam má tato skutečnost při sportování ve znečištěném životním prostředí (Havlíčková, et al., 2003).

Mechanika vdechu se uskutečňuje stahem (oploštěním) bránice, zdvihem žeber (zvětšení hrudníku), stahem mm. intercostales externi a někdy mm. scaleni a (při usilovném dýchání) pomocnými dechovými svaly, jež rovněž hrudní koš zvedají a rozšiřují.

V průběhu výdechu se uplatňuje pasivní zmenšení hrudního koše a plic v důsledku jejich tíhy a elasticity. Při zesíleném výdechu (intenzivní pohybovou aktivitou) se na výdechu podílí svaly břišní stěny (tzv. břišní lis), které vytlačují bránici nahoru a svaly m. intercostales interni (Silbernagl, Despopoulos, 2004).

2.6.3 Klidová výměna plynů

Za stavu nečinnosti těla musí být přivedeno do tkání okolo 0,3l/min O₂ a z těla ven okolo 0,25l/min CO₂. K tomu je zapotřebí minutová ventilace přibližně 8l/min, tj. Pro příjem 1l O₂ musí být vdechnuto a vydechnuto 26l vzduchu (Silbernagl, Despopoulos, 2004).

2.6.4 Makroživiny v energetickém příjmu

Sacharidy

Jsou nezbytnou součástí lidské potravy pro udržení úzkého fyziologického rozmezí glykemie pro mozek a k obnovení svalového glykogenu. Všeobecně se doporučuje příjem 5-7 gramů na kg hmotnosti a den, při dostatečném příjmu vlákniny a zároveň v době ne těsně před a těsně po tréninku. Příjem závisí na celkovém energetickém výdeji, druhu sportu a pohlaví jedince.

Tuky

Tato makroživina představuje zdroj energie pro dlouhodobou vytrvalostní zátěž. Nebyl prokázán žádný pozitivní rozdíl v příjmu méně než 15% oproti 20-25% doporučeným. Potřeba spotřeby tuků stoupá u vytrvalostních sportů v chladu. Podobně jako u nesportující populace je pro sportovce vhodné vyhýbat se živočišným tukům a upřednostňovat tuky rostlinné podoby s dostatkem polynenasycených mastných kyselin.

Bílkoviny

V doporučení pro vytrvalostní sportovce je uvedena míra 1,2-1,4g na kg hmotnosti a den, pro sporty silové 1,6-1,7g na kg a den. Toto množství je sportovec bez obtíží schopen přijmout samotnou dietou (vyváženou stravou) bez potřeby proteinových a aminokyselinových doplňků. Kvalitní zdroj bílkoviny je bílék, libové maso savců, syrovátková bílkovina, část příjmu může být i z kaseinu a bílkoviny sojové. (Máček, et al., 2011).

2.6.5 Trojpoměr makroživin v energetickém krytí

Praxe ukazuje, že optimální podíl přijímaných sacharidů, tuků a bílkovin není otázkou zásadní. Ve skutečnosti se i ve vrcholovém sportu návyky v jedné disciplíně značně liší i přes obdobné sportovní výsledky. Pro vytrvalostní sporty je dnes udáván poměr 50% sacharidů – 25% tuků – 25% bílkovin. U sportů smíšených s déletrvající zátěží je to poměr 60% - 25% - 15%. V případě sportů smíšených silově vytrvalostních s převahou intermitentní (přerušované) zátěže a u sportů silových se doporučuje poměr 70% - 15% - 15%. V otázce bílkoviny je důležité poznamenat, že její zvýšený příjem zvyšuje riziko zpomalené regenerace (Máček, et al., 2011).

2.6.6 Spiroergometrie v terénních podmínkách

Spiroergometrie je původem laboratorní měření, které se postupem času díky novým technologiím přenáší i do volného terénu. Venkovní prostředí lépe simuluje reálné podmínky daného sportovního odvětví, díky čemuž naměřené hodnoty přesněji odpovídají skutečnému zatížení. Úskalím takového měření je externí validita (stálost teploty, povětrnostní podmínky, terén).

Pro měření byla kadence šlapání stanovena na 95 otáček za minutu. Tato hodnota nejlépe vyhovovala nastavenému jízdnímu převodu a terénnímu profilu. Zároveň tato kadence splňuje požadavky na frekvenci šlapání uváděné v literatuře (Carmichael, Rutberg, 2003) jako minimální pro správnou techniku jízdy na kole a splňovala požadavek stupně jízdní pokročilosti testované skupiny.

3 CÍLE PRÁCE, HYPOTÉZA, ÚKOLY

3.1 Cíle

Zjistit vliv komponent kola na energetický výdej v průběhu jízdy do kopce.

3.2 Hypotéza

Vyšší energetický výdej bude zaznamenán na kole s přidanou komponentou tlumiče.

3.3 Úkoly

1. Výběr terénu pro realizaci měření
2. Výběr jízdních kol
3. Realizace terénního měření
4. Zpracování a vyhodnocení výsledků

4 METODIKA

4.1 Charakteristika souboru

Soubor tvořila skupina 6 mužů ve věku 25,5 +/- 3,6 let, o tělesné hmotnosti 70,8 +/- 6,2 kg a tělesné výšce 173,8 +/- 3,9 cm. Testovaní byli v počtu 5 studenty Univerzity Karlovy, Fakulty tělesné výchovy a sportu, z toho jeden členem katedry studijního směru Aktivita v přírodě FTVS UK a jeden osobou samostatně výdělečně činnou. Všichni testovaní se aktivně věnují sportovním aktivitám, včetně jízdy na MTB. Při výběru testovaných bylo hleděno kromě podobných jezdeckých zkušeností rovněž na výšku testovaných z důvodu použití jedné velikosti rámu kola.

4.2 Realizace terénního měření

Testování proběhlo v pražské přírodní památce oboře Hvězda. Testovaní absolvovali dvě jízdy na vybraných jízdních kolech s rozdílnými komponenty (komponenta tlumení). Pro měření energetického výdeje byl použit analyzátor vydechovaných plynů MetaMax (Cortex) a metoda spiroergometrie. Tepová frekvence byla rovněž zaznamenávána pomocí přístroje MetaMax®.

Testování připravili organismus na budoucí zátěž rozklusáním a individuálním rozcvičením formou mobilizačních cvičení. Následně se zkušebně projeli na testovacích kolech. Poté došlo na individuální nastavení kol (sedla). Vertikálně se sedlo nastavovalo tak, aby se testovaný při propnuté končetině a při svislé poloze klik dotýkal patou pedálu. Horizontální nastavení sedla bylo kontrolováno tak, že při vodorovném postavení klik probíhala svislice spuštěná od paty přímo středem pedálu. Pozice horní poloviny těla byla u všech vzpřímená, vzhledem k vyhovující velikosti rámu.

Skupina následně absolvovala v randomizovaném pořadí na každém kole jednu jízdu po vytyčené trati o délce 750 m, do svahu o sklonu $5^{\circ} \pm 2^{\circ}$. Stanovenou kadenci šlapání 95 otáček za minutu testovaní sledovali pomocí audio-metronomu. Pomocí aplikace v mobilním telefonu a sluchátka, které měli po dobu daného úseku nasazené, tak kontrolovali správnou frekvenci šlapání. V průběhu celého měřeného úseku testovaní zůstávali v sedle. Okolní teplota se v průběhu testování pohybovala v rozmezí od 6,5° C do 7° C.

4.2.1 Použitá jízdní kola

V testu byla použita dvě horská kola ze stejné cenové kategorie značky TREK o velikosti ráfků 29". Při výběru bylo zohledněno stejné technické zpracování z důvodu co nejmenší hmotnostní rozdílnosti. Obě kola byla osazena pláště typu allround se stejnou šíří. Tlak v pláštích byl u obou kol nastaven na 2,6 bar (z důvodu stoupání). Vidlice obou kol byly před testováním nahuštěny na požadovaný tlak dle doporučení výrobce. Výchozí hodnotou pro finální nahuštění byla souhrnná průměrná váha probandů, která činila $70,8 \pm 6,2$ kg. Stejný postup byl zvolen pro tlumič u kola Fuel EX8.

Vliv na rozdílný energetický výdej měla mít zejména komponenta zadního tlumiče u modelu Fuel EX8 (model FOX Evolution Series Float, 7.25 x 1.875") se třemi úrovněmi nastavení tlumení (stoupání – jízda po vrstevnici – sjezd). Pro test byla vybrána úroveň stoupání.

Pro samotné jízdy byl vybrán převod 1/5, nejmenší převodník a pátý pastorek odshora, s počtem zubů v poměru 32 : 21. Tento poměr nejlépe vyhovoval pro nastavenou kadenci šlapání 95 otáček za minutu a náročnosti jízdy do daného svahu.

Hard-tail

Superfly 9 se stalo symbolem lehkého 29" kola. Kolo je určené především pro závody horských kol, které ale udělá skvělou službu všem, kteří hledají rychlost. Jeho konstrukce ho předurčuje pro jízdu po zpevněných površích, případně po upravených šotolinových cestách.

Tab 4 – Specifikace kola Trek Superfly 9 (HT)

Velikost rámu	17,5"
Rám	Alpha Platinum Aluminium
Vidlice	Fox Evolution Series 32 Float, 100mm
Kola	Bontrager, 29"
Pláště	Bontrager XR3 Expert, 29 x 2.30"
Hmotnost	12,21kg (17,5", bez pedálů)
Použitý převod	1/5 (32/21)

Full-suspension

Model EX 8 z řady Fuel představuje univerzální kolo, se kterým lze vyrazit na rodinný výlet a zároveň se postavit na start dálkového závodu. Svou konstrukcí a přidanou komponentou zadního tlumiče se hodí do každého terénu.

Tab 5 – Specifikace kola Trek Fuel EX8 FS

Velikost rámu	17,5"
Rám	Alpha Platinum Aluminium
Vidlice	Fox Evolution Series 32 Float, 120mm
Tlumič	Fox Evolution Series Float, 7.25x1.875"
Kola	Bontrager, 29"
Pláště	Bontrager XR3 Expert, 29 x 2.30"
Hmotnost	12,87kg (17,5", bez pedálů)
Použitý převod	1/5 (32/21)

4.2.2 Použité přístroje

Během celého testování byla měřena spotřeba kyslíku (VO_2), minutová ventilace (VE) a produkce oxidu uhličitého (VCO_2) pomocí přenosného analyzátoru (MetaMax®, Cortex Biophysic, Germany), který pracuje systémem „dech od dechu“ (nepřímá kalorimetrie). Přístroj byl před každou testovací jízdou kalibrován dle doporučení výrobce.

Přístroj MetaMax® je mobilní, síťově nezávislý testovací systém pro sport, vědecké výzkumy i lékařství. Díky obousměrnému bezdrátovému přenosu, provozu na baterie a nízké hmotnosti (570 g včetně baterie), je možné přístroj používat jak pro laboratorní, tak pro terénní výzkumy. Bezdrátový dosah je až do vzdálenosti 1000m (MetaMax®, 2013).

4.2.3 Vyhodnocování výsledků

Pro vyhodnocování výsledků byly použity metody základní popisné statistiky: míry centrální tendence (aritmetický průměr, míry variability), směrodatná odchylka. Průměrné hodnoty a směrodatné odchylky antropometrických ukazatelů, spiroergometrie, tepové frekvence a energetického výdeje uvádíme v tabulkách. Za významné výsledky lze považovat rozdíly nad 2 ml/min/kg.

Energetický výdej byl spočítán na základě změřené spotřeby kyslíku skrze energetický ekvivalent pro kyslík. Z jednoho litru kyslíku se uvolňuje množství energie

odpovídající za klidových podmínek organismu 20,3kJ. Využitá metoda se nazývá nepřímá kalorimetrie. Při měření spotřeby kyslíku a následnou analýzou vydechovaných plynů se zjišťuje dle množství nadechovaného kyslíku (O_2) a vydechovaného kysličníku uhličitého (CO_2) vzájemný poměr obou parametrů (RER – respirační výměnný poměr), ze kterého lze určit množství zapojených systému energetického krytí, jež jsou v organismu využívány při daném stupni pohybové aktivity (Kuhn, et al., 2005).

Správnost spiroergometrického měření byla ovlivněna dvěma zásadními faktory: biologickou a technickou chybou. Biologická chyba byla způsobena hyperventilací, kyslíkovým dluhem nebo jinými fyziologickými vlivy. Technická chyba použitého přístroje byla na standardní úrovni. Chyba přenosného plynového analyzátoru mohla být maximálně 5 %.

5 VÝSLEDKY

Tabulky uvádějí jednotlivé hodnoty ventilace a energetického výdeje zaznamenaných přenosným analyzátozem MetaMax® v průběhu obou testovacích jízd každého probanda. Dále jsou uvedeny tabulky, které uvádějí souhrnný energetický průměr, souhrnnou hodnotu ventilace přepočítanou na kg hmotnosti a tabulku průměrné souhrnné tepové frekvence.

Tab 6 – Energetický výdej a spotřeba kyslíku probanda č. 1

Záznam po 10s	VO2/l min		EV [kJ]	
	HT	FS	HT	FS
0:10	1,40	1,04	4,67	3,49
0:20	2,36	1,08	7,86	3,59
0:30	2,37	1,85	7,89	6,17
0:40	2,72	2,10	9,07	6,99
0:50	3,21	2,48	10,71	8,27
1:00	3,18	2,31	10,60	7,71
1:10	3,48	2,47	11,61	8,23
1:20	3,16	2,46	10,54	8,22
1:30	2,61	2,55	8,72	8,51
1:40	2,43	2,61	8,12	8,71
1:50	2,24	2,58	7,47	8,60
2:00	2,36	2,69	7,87	8,99
2:10	1,84	2,65	6,13	8,83
2:20	2,25	2,74	7,51	9,16
2:30	2,02	2,82	6,73	9,42
2:40	2,54	2,77	8,49	9,23
2:50	2,41	2,77	8,04	9,23
3:00	2,67	2,83	8,90	9,44

Tab 7 – Energetický výdej a spotřeba kyslíku probanda č. 2

Záznam po 10s	VO2/l min		EV [kJ]	
	HT	FS	HT	FS
0:10	1,57	0,43	4,67	1,43
0:20	2,33	0,48	7,76	1,60
0:30	2,31	0,52	7,72	1,74
0:40	2,72	0,63	9,07	2,10
0:50	3,19	1,58	10,65	5,26
1:00	3,18	1,92	10,60	6,41
1:10	3,51	1,73	11,71	5,78
1:20	3,12	2,04	10,40	6,80
1:30	2,62	3,36	8,73	11,20
1:40	2,14	4,33	7,12	14,44
1:50	2,11	4,41	7,04	14,70
2:00	2,36	4,20	7,87	14,01
2:10	1,78	3,77	5,93	12,60
2:20	2,17	3,39	7,24	11,31
2:30	2,13	3,67	6,73	12,26
2:40	2,62	3,85	8,49	12,86
2:50	2,62	3,60	8,04	12,03
3:00	2,49	2,92	8,90	9,75

Tab 8 – Energetický výdej a spotřeba kyslíku probanda č. 3

Záznam po 10s	VO2/l min		EV [kJ]	
	HT	FS	HT	FS
0:10	1,41	1,01	4,69	3,35
0:20	1,82	1,04	6,07	3,47
0:30	2,46	2,60	8,22	8,69
0:40	2,91	3,05	9,71	10,19
0:50	2,98	3,76	9,95	12,56
1:00	3,09	3,38	10,31	11,28
1:10	3,30	3,37	11,01	11,23
1:20	3,18	3,65	10,61	12,18
1:30	3,22	3,62	10,74	12,08
1:40	3,38	3,38	11,28	11,29
1:50	3,25	3,31	10,83	11,05
2:00	3,30	3,08	11,00	10,27
2:10	3,49	3,17	11,65	10,59
2:20	3,46	3,30	11,53	11,01
2:30	3,52	3,04	11,76	10,13
2:40	3,56	3,12	11,88	10,42
2:50	3,60	2,90	12,02	9,69
3:00	2,90	2,86	9,67	9,54

Tab 9 – Energetický výdej a spotřeba kyslíku probanda č. 4

Záznam po 10s	VO ₂ /l min		EV [kJ]	
	HT	FS	HT	FS
0:10	1,86	1,25	6,21	4,16
0:20	2,24	1,96	7,46	6,54
0:30	2,64	2,96	8,80	9,88
0:40	2,14	3,19	7,15	10,64
0:50	2,14	3,26	7,15	10,87
1:00	0,24	3,40	0,80	11,36
1:10	3,25	3,36	10,84	11,20
1:20	3,11	3,28	10,37	10,95
1:30	3,39	3,50	11,30	11,68
1:40	3,17	3,62	10,59	12,08
1:50	3,32	3,48	11,07	11,61
2:00	3,32	3,49	11,09	11,64
2:10	3,34	3,38	11,13	11,26
2:20	3,41	3,17	11,39	10,59
2:30	3,58	3,66	11,96	12,21
2:40	3,21	3,39	10,73	11,30
2:50	3,53	3,44	11,77	11,47
3:00	3,25	3,26	10,84	10,87

Tab 10 – Energetický výdej a spotřeba kyslíku probanda č. 5

Záznam po 10s	VO2/l min		EV [kJ]	
	HT	FS	HT	FS
0:10	1,19	1,23	3,98	4,09
0:20	1,44	1,33	4,82	4,44
0:30	1,97	1,97	6,58	6,58
0:40	1,91	2,15	6,37	7,16
0:50	1,81	2,20	6,03	7,34
1:00	1,95	1,94	6,49	6,47
1:10	2,18	1,50	7,29	5,00
1:20	2,29	1,73	7,63	5,77
1:30	2,15	2,01	7,17	6,71
1:40	2,08	1,52	6,95	5,08
1:50	2,09	1,94	6,98	6,46
2:00	2,09	1,62	6,98	5,39
2:10	2,15	1,52	7,18	5,08
2:20	2,13	0,82	7,12	2,74
2:30	2,11	1,12	7,05	3,75
2:40	2,11	1,98	7,04	6,62
2:50	2,06	1,95	6,88	6,51
3:00	2,30	1,61	7,67	5,36

Tab 11 – Energetický výdej a spotřeba kyslíku probanda č. 6

Záznam po 10s	VO2/l min		EV [kJ]	
	HT	FS	HT	FS
0:10	2,45	1,47	8,17	4,91
0:20	2,63	1,54	8,78	5,12
0:30	2,67	2,01	8,92	6,71
0:40	2,82	2,90	9,42	9,68
0:50	2,90	3,39	9,68	11,30
1:00	3,14	3,29	10,49	10,99
1:10	3,35	3,47	11,19	11,56
1:20	3,49	3,78	11,65	12,61
1:30	3,43	3,68	11,44	12,28
1:40	3,18	3,51	10,60	11,72
1:50	3,47	3,77	11,57	12,58
2:00	3,58	3,92	11,95	13,09
2:10	3,37	3,73	11,24	12,45
2:20	3,38	3,72	11,29	12,40
2:30	3,39	3,83	11,30	12,78
2:40	3,48	3,76	11,60	12,53
2:50	3,49	3,80	11,64	12,68
3:00	3,46	3,90	11,53	13,01

Tab 12 – Průměrná spotřeba kyslíku

Proband	VO ₂ [ml/min/kg]	
	HT	FS
1	37	31
2	31	32
3	30	41
4	39	43
5	29	27
6	43	47
směrodatná odchylka	5,18	7,22
průměr	34,83	36,83

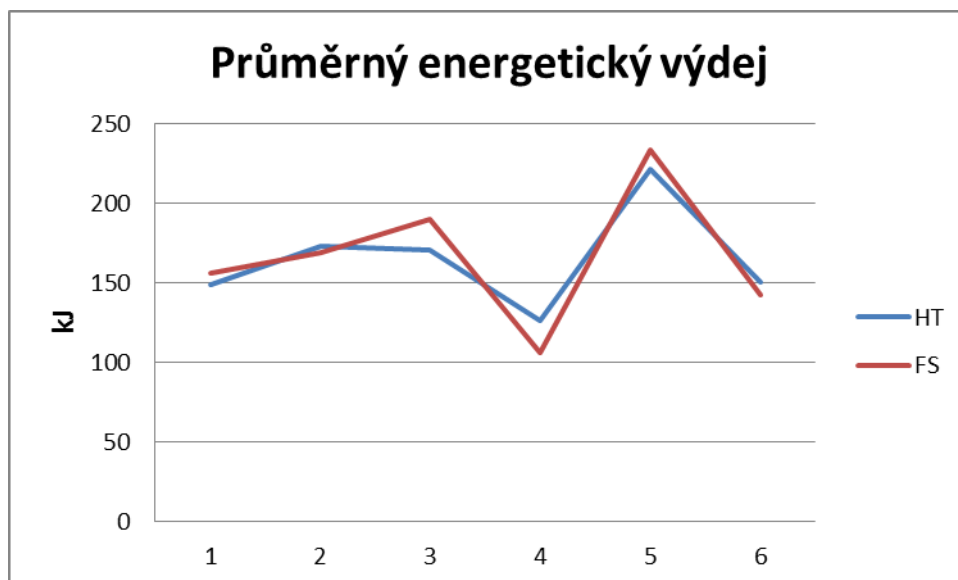
Tab 13 – Průměrná tepová frekvence

Proband	TF [tep/min]	
	HT	FS
1	147	151
2	146	156
3	126	155
4	141	147
5	153	167
6	147	151
směrodatná odchylka	8,50	6,32
průměr	143	155

Tab 14 – Průměrný energetický výdej

Proband	EV [kJ]	
	HT	FS
1	150,94	142,78
2	148,68	156,27
3	182,94	179,03
4	170,65	190,32
5	120,19	100,54
6	192,45	198,41
směrodatná odchylka	24,10	33,15
průměr	160,98	161,23

Graf 1 – Průměrný energetický výdej



6 DISKUZE

Účelem této studie bylo objasnit, zda-li má přidaná komponenta tlumiče jízdního rámu vliv na náročnost a tedy energetický výdej v průběhu jízdy do kopce po nezpevněném povrchu.

K testování byla vybrána dvě horská kola ze stejné cenové kategorie, kdy jedinou sledovanou rozdílností bylo právě vybavení kola tlumičem nerovností. Kolo Fuel EX 8 (FS) představuje univerzální kolo, se kterým lze vyrazit na rodinný výlet a zároveň se postavit na start dálkového závodu. V dnešní době rozkvětu jízdy na tratích typu singltrek (Singltrek pod Smrkem v Jizerských horách, Rychlebské stezky v Jeseníkách) představuje optimální volbu. Díky nadhodnotě tlumiče je kolo schopné vyrovnat jezdcovi chyby, které mohou nastat v průběhu sjezdu. Zároveň je použitelné v každodenním životě, protože díky nastavení velikosti útlumu lze kolo nastavit až do vlastností kola typu hard-tail. Kolo Superfly 9 (HT) je určené především pro závody horských kol, které ale udělá skvělou službu všem, kteří hledají rychlost. Vývojově starší typ kola je prezentován zejména nižší hmotností. Pro zkušenější jezdce nebude absence komponenty tlumiče představovat výraznou nevýhodu, ovšem v nerovném terénu a zejména při sjezdu bude třeba dbát vyšší pozornosti při přejezdu nerovností. Vybraná kola se shodovala ve velikosti rámu (17,5), ve velikosti ráfků (29") i použitých pláštích a duší. Za jediný rozdíl lze tedy považovat hmotnost kola, která činí 660g a tedy se v souladu s ostatními autory nejedná o výrazný váhový rozdíl.

Vzorek probandů byl tvořen 6 jedinci, kteří měli významnější zkušenost s jízdou na horských kolech. Testovaní byli ve věku 22 až 32 let. Sklon svahu byl lineární, bez terénních vln a nerovností, které by mohly v průběhu měření způsobit odchylky v naměřených hodnotách. Hlavní myšlenkou testování bylo potvrdit, zda-li náročnost jízdy do kopce na celoodpruženém kole nabývá v důsledku „propružení“ tlumiče výrazně vyšších hodnot, které by mohly při vícehodinové vyjížďce znamenat souhrnně znatelně vyšší energetickou náročnost.

Naše studie neprokázala významný rozdíl v energetické náročnosti při volbě HT a FS kola pro jízdu do svahu. Při jízdě na hard-tail kole do daného svahu, představoval souhrnný energetický výdej průměrnou hodnotu 160,98 kJ při 3 minutách jízdy do 750 m dlouhého svahu se sklonem $5^{\circ} \pm 2^{\circ}$ oproti průměrnému výdeji 161,23 kJ při 3 minutách jízdy na full-suspension kole.

Při posuzování rozdílu náročnosti z pohledu spotřeby kyslíku vycházíme z hodnot VO_2 v ml/kg/min, které byly změřeny rovněž analyzátozem MetaMax®. Souhrnné průměrné hodnoty VO_2 při jízdě na HT činí $34,83 \pm 5,18$ ml/kg/min. V případě FS byly naměřeny hodnoty $36,83 \pm 7,22$ ml/kg/min. VO_2 se tak bude v případě výběru HT kola oproti FS lišit dle naší studie v řádu 2 ml/min/kg, což představuje 5% rozdíl. Titlestad, et. al. (2006) ve své práci porovnával fyziologické a psychologické reakce cyklistů při jízdě na HT a FS kole. Dvacet mužů se zúčastnilo dvou sérií měření, které probíhaly pomocí speciálně upraveného běžeckého pásu, který fixoval vidlici kola, přičemž zadní kolo se pohybovalo po válci s připevněnými/ sundanými hrboly. Testovaní absolvovali 10minutovou jízdu do submaxima. Výsledky studie ukázaly, že při jízdě po uměle vytvořeném hrbolatém povrchu byla spotřeba kyslíku na celoodpruženém kole nižší v průměru o 8,7 ml/kg/min. Po změně uměle vytvořeného povrchu (odejmutí plastových boulí) a po absolvování stejného úseku zjistil, že při jízdě na hard-tail kole byla VO_2 nižší v průměru pouze o 2,2 ml/kg/min. Ve stejné studii zároveň probíhalo měření hodnot tepové frekvence. Výsledkem těchto měření je, že testovaní dosáhli při submaximálním 10minutové testu na FS kole po uměle vytvořeném nerovném povrchu hodnot, které byly v porovnání s HT o $32,1 \pm 12,1$ tepů za minutu nižší, zatímco při stejném testu na rovném povrchu byl rozdíl nevýznamný. Z našeho zkoumání směrem k tepové frekvenci bylo naopak zjištěno, že jízda na HT si při 3minutové jízdě vyžádala průměrně $143 \pm 8,5$ tepů za minutu. U FS činí průměr tepové frekvence na stejném úseku $155 \pm 6,32$ tepů za minutu. V tomto ohledu se tedy jedná o 7,8 % (12 tepů za minut) energetickou úsporu při jízdě na HT oproti FS. Tyto výsledky nekorespondují se studií Takumi, et. al. (2003). Ten ve své práci nechal 5 cyklistů absolvovat 2,1 km dlouhou trať vedenou šotolinovou a kamenitou cestou na kole zcela bez odpružení, dále pak na HT a FS kole. Měřením pomocí přenosného analyzátoru zjistil průměrnou VO_2 $53,4 \pm 8,4$ ml/kg/min při jízdě na HT a $59,0 \pm 8,2$ při stejném úseku na FS. Vzhledem k rozdílnosti v řádu 9,5 % (5,6 ml/kg/min) lze výsledky jeho studie považovat téměř za shodné s naším měřením. Ve studii lze rovněž nalézt výsledky zaznamenaných hodnot tepové frekvence. Jízda na HT ukázala průměrné hodnoty $174,5 \pm 4,4$ tep/min a $175,9 \pm 4,8$ při použití FS kola. Procentuální rozdíl hodnot TF tak činí 0,8 %, což je o 6,8 % hodnota nižší oproti námi získaným výsledkům. Další studií zabývající se rozdílností náročnosti jízdy na HT a FS formou podaného výkonu (W) se ve své práci zabýval MacRae, et. al. (2000). Šest trénovaných cyklistů ve věku $35,6 \pm 9$ let a váze $76,9 \pm 8,8$ kg

absolvovalo dvě jízdy do kopce na HT a FS kole po zpevněném a nezpevněném povrchu. Zatímco jízda po nezpevněném povrchu na HT kole si vyžádala výkon v průměru $266,1 \pm 61,6$ W, bylo na FS vynaloženo průměrně $341,9 \pm 61,1$ W. Při jízdě na zpevněném povrchu vydali na HT testovaní průměrně $266,6 \pm 52$ W oproti FS s hodnotou $345,4 \pm 53,4$ W. Rozdílnost naměřených hodnot tepové frekvence a tedy kontrast s námi naměřenými hodnotami se objevuje ve studii Seifert, et. al. (1997) ve své studii porovnával kolo RIG (tuhý rám), HT a FS. Test se skládal z 63 min trvající jízdy po mírně hrbolatém povrchu. Z testu kromě dalších dvou parametrů vyplývají průměrné hodnoty tepové frekvence. Dle zjištění byla při jízdě na HT hodnota TF průměrně $146,7 \pm 15,4$ tep/min, což se neliší od hodnoty $146,3 \pm 16,2$ tep/min při jízdě na FS.

Systémy odpružení jízdních kol redukuje velikost sil působících na jezdce v průběhu jízdy, což vede k většímu pohodlí. Zároveň ovšem mohou vyvolat zvýšení jezdceva energetického výdeje. Stále existuje domněnka, že tlumiče kola generují významné energetické úbytky. Výzkum Nielense a Lejeunea (2001) se zaměřil na vyhodnocení jezdce vyvolané ztráty v průběhu jízdy na rovném povrchu na moderních typech zavěšení zadního kola na rám (FS). Dvanáct poloprofesionálních závodníků podstoupilo tři stupňované testy (od 50 do 250 W) na závodním kole pro cross-country a maraton připevněném na elektromagneticky brzděném cykloergometru. Tři jízdy absolvovali na neodpruženém (RIG) kole a dále na HT a FS kole. Výsledky měření říkají, že stupeň vybavenosti odpružením neměl významný vliv na VO_2 . Rozdíl ve VO_2 mezi HT, FS a RIG dosahoval nevýznamné hodnoty 3 %.

Výsledky naznačují, že chyba přístroje smazává náš naměřený rozdíl, ale zaznamenaná tepová frekvence prezentuje nezanedbatelný rozdíl 11 tepů za minutu. Malá rozdílnost naměřených hodnot může být způsobena délkou tratě. Otázkou zůstává, jak by se vyvíjely hodnoty, kdyby byla stejně vytyčená trať vedena po vrstevnici a z kopce. Domníváme se, že v případě zohlednění všech typů terénů by výsledky energetického výdeje vedly k nižším hodnotám v případě FS kola.

Vzhledem k předloženým studiím se domníváme, že při jízdě do kopce na FS není potřeba více energie než na HT a zároveň je tedy jízda po vrstevnici a z kopce komfortnější.

7 ZÁVĚR

V naší práci jsme shledali, že rozdíly v energetické náročnosti jízdy na hard-tail kole oproti full-suspension jsou vzhledem ke standardní chybě analyzátoru vydechovaných plynů MetaMax® nevýznamné. Námi vybrané parametry (EV, TF, VO_2) považujeme za adekvátní k posouzení energetické náročnosti jízdy na HT a FS kole. Prostřednictvím výše uvedených parametrů se nám nepodařilo potvrdit hypotézu, že vybavenost kola komponentou tlumiče by způsobila zvýšení energetického výdej oproti kolu bez tlumiče.

Hodnoty VO_2 v průběhu studie nepřekročily hranici 2 ml/kg/min pro shledání pravosti naší hypotézy.

Jízda na kole s dvěma úrovněmi odpružení si v naší studii vyžádala na 750 m dlouhém a 3 minuty trvajícím úseku o náklonu $5^\circ \pm 2^\circ$ energetický výdej v průměrné hodnotě $161,23 \pm 33,15$ kJ, jízda na kole bez komponenty tlumiče pak $160,98 \pm 24,10$ kJ, což představuje navýšení o 0,15 %.

Na základě uvedených výsledků tak lze konstatovat, že moderní systémy uložení tlumiče nemají přímý vliv na náročnost jízdy. Pro případný výběr kola tak lze uvažovat pouze výhody vyplývající z komponenty tlumiče přidaného na rámu kola.

Provedenou studii považujeme za studii pilotní. V následné diplomové práci bychom rádi porovnali výhody kola s tlumičem oproti kolu pouze s odpruženým předním uložením kola ve vztahu k jízdě po vrstevnici a při sjezdu.

Použité zdroje

BALLANTINE, Richard a Richard GRANT. *Velká kniha o bicyklech*. 1. vyd. Překlad Hana Ripková, Luděk J Dobroruka. Bratislava: Gemini, 1993, 191 s. ISBN 80-716-1011-9.

Bartůňková, S. (2007). *Fyziologie člověka tělesných cvičení*. Praha: Karolinum.

BARTŮŇKOVÁ, Staša. *Fyziologie člověka a tělesných cvičení: učební texty pro studenty Fyzioterapie a studia Tělesná a pracovní výchova zdravotně postižených*. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum, 2006, 285 s. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. ISBN 80-246-1171-6.

BUNC, V. *Biokybernetický přístup k hodnocení reakce organismu na tělesné zatížení*. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova, 1989. ISBN 80-7066-214-X.

CARMICHAEL, Chris a Jim RUTBERG. *Rozhodující jízda: získejte kondici, získejte rychlost a začněte vítězit se špičkovým světovým trenérem cyklistiky*. Praha: Pragma, 2005?, 350 s. ISBN 80-720-5129-6.

CINGLOVÁ, Lenka. *Vybrané kapitoly z tělovýchovného lékařství: pro studenty FTVS*. 2. vyd. Praha: Karolinum, 2010, 198 s. ISBN 978-80-246-1778-7.

DOVALIL, J. *Výkon a trénink ve sportu*, 2. vyd. Praha: Olympia, 2005. ISBN 80-7033-760-5.

DOVALIL, Josef. *Lexikon sportovního tréninku*. 2. upr. vyd. Praha: Karolinum, 2008, 313 s. ISBN 978-802-4614-045.

HAVLÍČKOVÁ, Ladislava. *Fyziologie tělesné zátěže*. 2. vyd. Praha: Karolinum, 2003, 203 s. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. ISBN 80-718-4875-1.

HAVLÍČKOVÁ, L. et al. *Fyziologie tělesné zátěže I.: Obecná část*. Praha: Karolinum, 2004. 80-7184-875-1.

HAYMANN, Florian a Ulrich STANCIU. *Jak dokonale zvládnout horské kolo*. 1. vyd. Překlad Nora Martišková. Praha: Grada, 2009, 125 s. *Jak dokonale zvládnout*. ISBN 978-802-4727-752.

HELLER, Jan. *Laboratory manual for human and exercise physiology*. 1st ed. Prague: Karolinum, 2011, 186 s. ISBN 80-246-0926-6.

KOHLÍKOVÁ, Eva. *Fyziologie člověka: učební texty pro trenérskou školu FTVS UK v Praze*. Praha: Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2004, 161 s. ISBN

80-863-1731-5.

KUHN, Katja. *Vytrvalostní trénink. České Budějovice: Kopp, c2005, 127 s. Průvodce sportem. ISBN 80-723-2252-4.*

MÁČEK, Miloš. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity. Praha: Galén, 2011, 245 s. ISBN 978-80-7262-695-3.*

MACRAE, H., HISE, K., ALLEN, P.J., P. *Effects of front and dual suspension mountain bike systems on uphill cycling performance. Med. Sci. Sports Exercise, 2000, vol. 32, p. 1276–1280.*

Mavic, *Component technologies. [online]. ©2011-2013 [cit. 2014-04-13]. Dostupné z: <http://www.mavic.com/technologies.html>*

Magura. *Bicycle Components. [online]. ©2010-2012 [cit. 2014-04-13]. Dostupné z: <http://www.magura.com/en/bicyclecomp/products/rim-brakes/hs33-r.html>*

MetaMax® *[online]. c2013, poslední revise 7. 1. 2013 [cit. 14.4. 2014]. Dostupné z <<http://www.cortex-medical.de>>.*

MEYER, Holger a Thomas RÖGNER. *Bike - dokonalá jízda v terénu. Praha: Grada Publishing, a.s., 2009. ISBN 247-80-247-2776-9.*

MOUREK, Jindřich. *Fyziologie: učebnice pro studenty zdravotnických oborů. 1. vyd. Praha: Grada, 2005, 208 s. ISBN 80-247-1190-7.*

NIELENS, H., LEJEUNE, T. *Energy cost of riding bicycles with shock absorption systems on a flat surface.. Int. J. Sports Med. Aug 2001: Vol. 22 Issue 6. p. 400-404 5p., 2001, vol. Aug, p. 400–405.*

ROBERGS, Robert A. a Scott ROBERTS. *Fundamental principles of exercise physiology: for fitness, performance, and health. Boston: McGraw-Hill, c2000, xvii, 287 p. ISBN 08-016-7907-9.*

SEIFERT, J., LEUKETMEIRER, M., et al. *The effects of mountain bike suspension systems on energy expenditure, physical exertion, and time trial performance during mountain bicycling*. *Int. J. Sports Med.*, 1997, vol. APR, p. 197–200.

SILBERNAGL, Stefan a Agamemnon DESPOPOULOS. *Atlas fyziologie člověka*. 6. přeprac. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2004, XII, 435 s. ISBN 80-247-0630-X.

SOŠKA, V. *Poruchy metabolismu lipidů. Diagnostika a léčba*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2001. ISBN 80-247-0234-7.

SOULEK, Ivan a Karel MARTINEK. *Cyklistika: horská, silniční, rekreační, výkonnostní*. 1. vyd. Praha: Grada, 2000, 111 s. ISBN 80-716-9951-9.

Specialized Bicycle Components. technika. [online]. ©2012 [cit. 2014-04-13]. Dostupné z: <http://www.specialized.cz/cz/cs/home>

TAKUMI, I., YOSHIHISA, U., KAORU, K. *Influences of mountain bike suspension systems on energy supply and performance*. *Japanese Journal of Biomechanics in Sports & Exercise*, 2003, vol. 7, p. 2–9.

TITLESTAD, J., FAIRLIE-CLARKE, T., WHITTAKER, A., DAVIE, M., WATT, I., GRANT, S. *Effect of suspension systems on the physiological and psychological responses to sub-maximal biking on simulated smooth and bumpy tracks*. *Journal of Sports Sciences*, 2006, vol. 24, p. 12–15.

VILIKUS, Zdeněk, Petr BRANDEJSKÝ a Vladimír NOVOTNÝ. *Tělovýchovné lékařství*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2004, 257 s. ISBN 80-246-0821-9.

Seznam tabulek

- Tab 1 - Charakteristika jednotlivých typů horských kol (Haymann, Ulrich, 2009)
- Tab 2 - Energetické zdroje srdce (Kohlíková, 2004)
- Tab 3 - Respirační kvocient a energetický ekvivalent kyslíku v závislosti na způsobu čerpání energie (Bartůňková, 2007)
- Tab 4 - Specifikace kola Trek Superfly 9 (HT)
- Tab 5 - Specifikace kola Trek Fuel EX8 (FS)
- Tab 6 - Energetický výdej a spotřeba kyslíku probanda č.1
- Tab 7 - Energetický výdej a spotřeba kyslíku probanda č.2
- Tab 8 - Energetický výdej a spotřeba kyslíku probanda č.3
- Tab 9 - Energetický výdej a spotřeba kyslíku probanda č.4
- Tab 10 - Energetický výdej a spotřeba kyslíku probanda č.5
- Tab 11 - Energetický výdej a spotřeba kyslíku probanda č.6
- Tab 12 – Průměrná spotřeba kyslíku
- Tab 13 – Průměrná tepová frekvence
- Tab 14 – Průměrný energetický výdej

Seznam grafů

- Graf 1 – Průměrný energetický výdej

Přílohy

- Příloha č. 1 Souhlas etické komise FTVS UK
- Příloha č. 2 Informovaný souhlas
- Příloha č. 3 Ilustrační foto huštění pláště
- Příloha č. 4 Ilustrační foto přípravy masky
- Příloha č. 5 Ilustrační foto před jízdou

Informovaný souhlas s účastí na testování pro bakalářskou práci koordinovanou FTVS UK

Název: *Vliv komponent jízdního kola na energetický výdej*

Ve výzkumu nebudou použité žádné invazivní metody.

Měření budou prováděna za účelem sepsání bakalářské práce. Bude se jednat o terénní měření funkčních parametrů při použití dvou typů kol s odlišnou komponentou rámu.

Realizace měření

Výzkum bude probíhat ve venkovním prostředí v oboře Hvězda. Testování absolvují dvě jízdy na vybraných jízdních kolech s rozdílnými komponenty. Pro měření energetického výdeje bude použit analyzátor vydechovaných plynů MetaMax® od společnosti Cortex a metoda spiroergometrie. Po individuálním rozcvičení absolvuje testovaný jízdu o délce 750 m, do svahu o sklonu $5^{\circ} \pm 2^{\circ}$.

Níže podepsaný po přečtení popisu experimentu souhlasí s účastí na výzkumném projektu „Vliv komponent jízdního kola na energetický výdej“, prováděném v rámci UK FTVS. V jeho průběhu mohu kdykoliv opustit tento projekt. Svým podpisem stvrzuji, že jsem byl informován o způsobu postupu měření (viz výše), včetně následného anonymního použití dat.

Svým podpisem stvrzuji, že jsem byl/a informován/a o způsobu a postupu měření (viz výše), včetně možnosti následného anonymního použití dat.

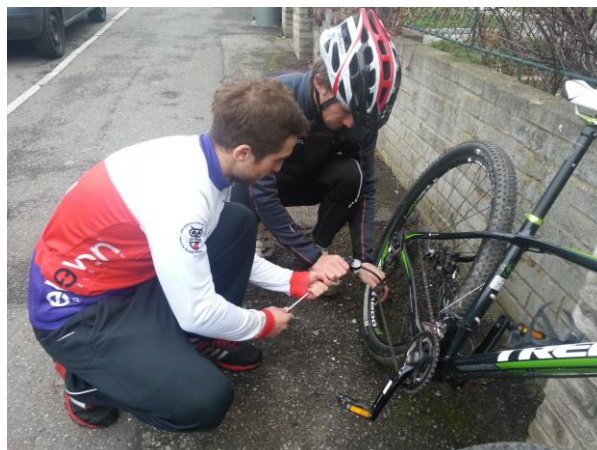
Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Matouš Jindra, Ph.D.

Autor bakalářské práce: Ondřej Růžek

Testovaný.....

V Praze dne:

Příloha č. 3 Ilustrační foto huštění pláště



Příloha č. 4 Ilustrační foto přípravy masky



Příloha č. 5 Ilustrační foto před jízdou

